

PÓTFÜZETEK

A

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

KIADJA

A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

MEGINDÍTOTTA 1888-BAN SZILY KÁLMÁN.

ILOSVAY LAJOS

KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL SZERKESZTETTE

GORKA SÁNDOR.

CXXV—CXXVIII. PÓTFÜZET.

112 KÉPPEL.

AZ 1917. ÉVI, XLIX. KÖTETHEZ.

BUDAPEST.

KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

(Budapest, VIII., Eszterházy-utca 16. szám.)

1917.

24

TARTALOMJEGYZÉK.

NAGYOBB CZIKKEK.

FÉNYES DEZSŐ, A gözü vagy mezei egér térfoglalása hazánkban ...	165
JANKOVICH LÁSZLÓ, A tifuszbacillus gyors kimutatásának módjai ...	72
MACH ERNŐ, Mechanika és kultúra. 11 képpel ...	30
BÁRÓ NOPCSA FERENCZ, A Dinosauriusok élete és szerepe. 44 képpel ...	113
PEKÁR DEZSŐ, Báró Eötvös Loránd geofizikai mérései és jelentőségük. 16 képpel ...	1
TOBORFFY ZOLTÁN, A kristályok keletkezése és eltűnése. 17 képpel ...	49

KISEBB CZIKKEK.

BODÓCS ISTVÁN, Bányamagasságmérés kis gázballonokkal 94. — Nemes fémek elektromos kohászata 94. — Újabb fémötvözetek 100. — A Leclanché-elemek depolarizációja 104.
DORNER EMIL, A szaharin meghatározásának újabb módja 99. — A metilalkohol (faszesz) kimutatása alkoholtartalmú italokban és tinkturákban 99.
GORKA SÁNDOR, A vérével védekező katiczabogár reflexvérzése 75. — A rovarok egyszerű szemeinek élettani működése. 3 rajzzal 76. — A ragadozó madarak mint növényterjesztők 78. — A fluor jelentősége az állatok testében 78. — Az ipari munkások energiafogyasztása 79. — A vitaminok és szerepük a táplálkozásban 79. — A kutya szaglásának kísérleti vizsgálata 80. — Az idő egyéni mértéke és az állatok élettartama 80. — Az állatok és moszatok együttéléséből eredő élettani haszon kísérleti bizonyítása 81. — A felszívó hámsejtek pálczikás szegélyének élettani feladata 82. — A „savas sejtmagvak” élettani szerepe 83. — A zsidók embertani vizsgálata 84. — Az óriás- és törpenők testarányai. Képpel 86. — Embertani vizsgálatokra alkalmas fotográfiák készítése. Képpel 87. — A tannin-metilénkék fertőtlenítő hatása 88. — Az ember szerepe a növények elterjesztésében 89. — A növények zöld festőanyagának kémiai összetétele 91. — A virágok festőanyagának kémiai összetétele 91. — A Röntgen-sugarak hatása a cukorrépa magjaira 92. — A Teichmann-féle kristályok előállításának újabb módjai 93. — Magyarország bánya- és kohóipara az 1915. évben 94. — Az ásvány fogalmi körének meghatározása 96. — Az első fosszilis hiéna csontváza hazánkban 96. — A kardfogú tigris (Machairodus) maradványai Morvaországban 96. — Az időjárás szabályozásának lehetősége 107. — Rendkívüli esőmennyiségek 107. — Gliczeringyártás répacukorból 110. — A gorilla új változata. 1 képpel 168. — Kakuk-ösztönű madarak 169. — A széles galandféreg fejlődés-menete 170. — A mellékvese belső váladékának hatása a vese működésére 173. — A tobozmirigy hatása a nemi érettségre 173. — A lép működése 173. — A meghűlés 174. — A párolt víz hatása a békapetéék és békálárvák életére 174. — A Röntgen-sugarak hatása az

- egérre 174. — A színek egyes részeinek hatása a növények keményítőképzésére 178. — A fás növények életműködéseinek időszakossága örökléstani szempontból 179. — A növények bő virágzása és buja fejlődése 180. — A búza törzsfája 181. — A rádium hatása a növényekre és a radioaktív készítmények használata a kertészetben 181. — A növények mérges anyagforgalmi termékeinek kiválasztása a gyökerek útján 182.
- N. KONEK FRIGYES, A Röntgen-sugarak újabb alkalmazása 102.
- MENDE JENŐ, Az izotop elemekről 97. — Az északi fény oka 100. — Drótnélküli telegráf a Panama-csatornánál 103. — Az egyenirányító higanylámpák a gyakorlatban 111. — A Föld viziereje és értékesítése 112. — A Röntgen-sugarak interferenciája szabálytalanul elhelyezkedő részecskéken. 1 képpel 186. — Alaktalan anyagok szerkezetének vizsgálata X-sugarakkal. 1 képpel 187.
- PÁTER BÉLA, A beléndek levelének fordulása. 2 képpel 175.
- RÁDE KÁROLY, A platánfa új változata. 1 képpel 179.
- RÉTHLY ANTAL, A Magas Tátrában pusztított szélviharról 108. — A 0^o-os izoterma tengerszínföldi magassága 109.
- STEINER LAJOS, A szél erő változása különböző magasságokban 190. — A villamcsapás veszélyének növekedése 191.
- SZÁHLENDER LAJOS, Az alumíniumhidroxid felhasználása gázok szárítására 188.
- TELLYESNICZKY KÁLMÁN, Diffúzió vagy hajszálcsoves szökés okozza-e a keményítő- és festőfolyadékok bejutását a szövetekbe? 92.
- WELWART BENŐ, Új motoros kerékpár 111.
- WESZELSZKY GYULA, A rádium és a Föld melege 183. — A rádium és a Föld kora 184.
- WODETZKY JÓZSEF, A Nap útja a világtérben 105. — A nebulium atomsúlya 189. — A legközelebbi állócsillag 189. — Az égítetek belső hőmérséklete 190. — Az Encke-üstökös visszatérése 190.
- ZIMMERMANN ÁGOSTON, Az agyvelő toboztestéről 170. — A nyúl orratövében levő festékes mirigyről 171. — A him állatok méhe 172. — Anatómiai készítmények fotografálása 172. — A herélt állatok gégeje 175.

Megjegyzés. A tartalom betűrendes jegyzéke a Természettudományi Közlöny XLIX. kötetének tárgymutatójába van beosztva.

Megjelenik évenként négy füzetben, három nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

PÓTFÜZETEK

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a társulat tagjai évi 3 K. ráfizetéssel kapják; előfizetési ára, a Természettud. Közlönyvel együtt, 15 K.



XLIX. KÖTETHEZ.

1917. AUGUSZTUS

1—2. (CXXV—CXXVI.) PÓTFÜZET.

Báró Eötvös Loránd geofizikai mérései és jelentőségük.

BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND egyetemi tanár geofizikai mérései iránt az érdeklődés egyre szélesebb körben nyilvánul, még pedig nem csupán a fizikusok és geodéták, hanem újabban a geológusok és bányászok körében is, a kik e módszert gyakorlati célokra óhajtják felhasználni.¹ Időszerűnek tartom tehát e méréseknek kissé részletesebb ismertetését. Éppen ezért nemcsak e mérések lényegét, hanem kivitelüknek módját, valamint a belőlük vonható következtetéseket is részletezni kívánom, továbbá röviden összefoglalni óhajtom e vizsgálatoknak különböző irányú jelentőségét, valamint a külföldi szakköröknek ily irányú tevékenységét.

A mérések gerinczét és zömét tulajdonképpen az Eötvös-féle gravitációs eszközzel, a torziós mérleggel végzett megfigyelések alkotják. Ezeket szervesen kiegészítik a nehézségi erőre vonatkozó szokásos meghatározások és a földmágneses megfigyelések.

BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND a nehézségi erő tanulmányozásával régóta foglalkozik. Első ilyfajta mérései a laboratóriumban történtek, azután egyes próbák a Sághegyen 1891-ben, majd a Gellérthegy aljában, Szentlőrinczen és Budapesten, valamint Budapest környékének egyes helyein. Az első részletesebb fölvételt 1901-ben a Balaton jegén végeztük. Azóta a részletes fölvételek folytonosan, még pedig egyre jobban szélesbedő mederben folynak. 1907-ig a Magyar Tudományos Akadémia, illetve DR. SEMSEY ANDOR bőkezű támogatása tette lehetővé e mérések végzését, ez időtől kezdve pedig az állam nagymértékű anyagi támogatása biztosítja folytatásukat. A szabadban való fölvételek és az e célra szervezett mérési expedíciók vezetése már kezdettől fogva e sorok írójának feladata.

Jelen cikkemben főleg és elsősorban az EÖTVÖS-féle eszközzel és a vele végzett megfigyelésekkel kívánok foglalkozni, bevezetésként azonban szükségesnek tartom, hogy általában a nehézségi erőről, valamint annak szokásos meghatározásáról megemlékezzem.

Mi a nehézségi erő? Az az erő, a melynek egyik megnyilvánulása, hogy a testeknek súlyuk van, vagyis hogy a vízszintes alapra bizonyos nyomással

¹ E közlemény is tulajdonképpen a szerzőnek azt az előadását tartalmazza, a melyet folyó évi április hó 16.-án a „Selmeczbányai Gyógyászati és Természettudományi Egylet” fölkérésére a bányászati és erdészeti főiskolán tartott.

reánehazednek. Ez nyilvánul meg továbbá akkor is, ha egy testet elbocsátunk: ilyenkor az elejtett test leesik, mozgást végez, vagyis a szabad esést. Ha az erőt pontosan meg akarjuk határozni, két adatát kell megadnunk: az erő irányát és az erő nagyságát.

A nehézségi erő irányát a függőőn adja meg. Ha ugyanis egy súlyos testet fonálra akasztunk, a fonál iránya jelzi a nehézségi erő irányát, a „függélyest“. Ezt az irányt jelzi közvetve a libella, a vízszintező is, vagyis az a közismert eszköz, a mely lényegében nem egyéb, mint egy kevésbé görbült cső. A cső folyadékában mozgó buborék középső állása esetén az eszköz alapja ugyanis a „vízszintes“ irányt jelöli ki, mely a függélyesre pontosan merőleges. Tudvalevőleg a függőőn nagyjából a Föld közepe felé mutat. Pontosabban véve azonban, már normális viszonyok fölteveése esetén is, ez az irány a valóságban ettől eltér. Ennek okait nem részletezem, csupán föl- említem, hogy többek között a Föld forgása a függőőn irányát lényegesen módosítja. Ezeket a mondjuk normális eltéréseket nem tekintve, szabálytalan eltérések is vannak; ezeket általában *függőőn-eltérések*-nek nevezzük s okai- kat később részletezzük.

A függőőn-eltérések meghatározására használatos módszerek részletes tárgyalása ez alkalommal nem lehet célom, csupán főbb vonásokban jelezni kívánom meghatározásuk módját. A kérdéses állomásokon, pl. két, egy délkörön fekvő helyen, csillagászati megfigyelésekkel megállapítjuk a két állomás földrajzi szélessége közötti különbséget, szóval azt a szögletet, a melyet a két állomás függélyese egymással bezár. Ezután geodéziai mód- szerekkel, háromszögelés segítségével megmérjük a két állomás távolságát egymástól, azaz a közbeeső ívet. Ez utóbbi megmondja, hogy a két állo- máson a függőőn által bezárt szögnek mekkorának kellene lennie. A két különböző úton meghatározott adat különbsége megadja a két állomás közötti függőőn-eltérést észak-déli irányban számítva. Velejében hasonló eljárásokkal határozzuk meg a kelet-nyugat irányba eső függőőn-eltéréseket is. Az ily módon kapott értékek természetesen a *relatív függőőn-eltéréseket* adják, ha azonban egy teljesen zavartalan, normális állomásból indulunk ki, akkor magukat az *abszolút adatokat* is megkapjuk.

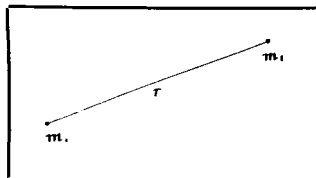
A másik tényező, a mely az erőt meghatározza, az *erő nagysága*. Az erő nagyságát a tömegegység, nevezetesen a gramm súlyával szoktuk meghatározni. Szóval egyszerűen *az egy gramm súlya határozza meg a nehézségi erő nagyságát*. Ez azonban, a mint az a későbbiekből érthető lesz, helyről-helyre változik, s éppen ezért értékét valamely változatlan erő- egységben kell kifejeznünk. A fizikusok ebben az esetben éppen úgy, mint más esetekben is általában, oly egységeket használnak, a melyek teljesen változatlanok és biztosak. Erre a célra bizonyos alapegységekből indulnak ki, még pedig rendesen a hossz-, tömeg- és időegységből, a ccentiméter

gramm és másodperczből. Ezeket és a belőlük leszarmaztatott különféle egységeket a kezdőbetűk szerint CGS egységeknek nevezik. A visszavezetés mindig megfelelő fizikai összefüggések, törvényszerűségek alapján történik. Az erő CGS egysége a *dyn*. Hogy ezt miként állapították meg, annak magyarázatába nem bocsátkozom.

OLTAY KÁROLY pontos mérései alapján Budapesten a műegyetem geodéziai intézetének alagsor helyiségében egy gramm súlya, vagyis a *nehézségi erő* = 980·852 *dyn*. A meghatározás 47° 28' 9" földrajzi szélességű, 19° 3' 2" Greenwich-től számított keleti hosszúságú és az Adria szintje felett 105·6 méter magasságú helyre vonatkozik.

Az erőt iránya és nagysága teljesen meghatározza. Ha az erőt rajzban akarjuk föltüntetni, akkor azt nyíllal ábrázoljuk, még pedig a nyilat az erő irányába fektetjük, a nyíl hosszát pedig az erő nagyságával arányosan rajzoljuk.

A nehézségi erő nagyságát rendszerint *ingával* szokás meghatározni. Az inga lengésideje többek között a nehézségi erőtől függ, mert az ingát éppen a nehézségi erő mozgatja. Ha az ingát egyensúlyi helyéből kimozdítjuk, akkor lengéseket végez s a lengések időtartamából meghatározhatjuk magát a nehézségi erőt. Ha a nehézségi erő növekszik, az inga lengésideje kisebbedik. Ezt kísérletileg is könnyen igazolhatjuk, ha egy ingára alul gummizsinórt erősítünk és azt megfeszítjük. Ebben az esetben ugyanis már nemcsak a nehézségi erő, hanem a gummi rugalmas ereje is lefelé húzza az ingát és az gyorsabban leng, mint azelőtt; vagyis az inga a megváltozott erő hatása alatt lengésidejét is megváltoztatta. Ha tehát két helyen, pl. Budapesten és egy más állomáson ugyanazon változatlan inga lengésidejét lemérjük, a kettőnek különbségéből magát a két helyen működő nehézségi erő különbségét közvetlenül kiszámíthatjuk. Ilyetén módon tehát a budapesti értékből kiindulva a nehézségi erőt bármely helyen pontosan meghatározhatjuk.



1. rajz.

Ha ily méréseket végzünk, arra az eredményre jutunk, hogy a nehézségi erő a Föld különböző helyein más és más. E változás okainak némi megismerése céljából legcélszerűbben az elméletből indulhatunk ki. E szerint a nehézségi erő nem egyszerű erő, hanem tulajdonképpen már két erő eredője; *e két erő a Föld vonzó ereje és a Föld forgásából származó centrifugális erő.*

A vonzó erő a testek között mindenütt működik és anyagi mineműségüktől független. Törvényét NEWTON állapította meg, kinek erre vonatkozó alapformuláját a továbbiak megértése céljából nem mellőzhetjük.

Képzeljünk ugyanis egy pontban m_1 tömeget és tőle r távolságban lévő másik pontban m_2 tömeget (1. rajz), akkor a vonzó erő P , a melyet azok egymásra gyakorolnak, a következő módon fejezhető ki:

$$P = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

E képlet jelentése roppant egyszerű. Mennél nagyobbak a ható tömegek, annál nagyobb az erő, a melyet azok egymásra gyakorolnak, és mennél nagyobb a távolság, mennél messzebb vannak a testek egymástól, annál kisebb az erő, még pedig a távolság négyzetének arányában. A képletben szereplő f szorozó, illetve arányossági tényező nagyon fontos szám, a melynek egyszersmind fizikai jelentése is van. Értelmét rögtön megmondhatjuk, ha fölteszük, hogy $m_1 = 1$, $m_2 = 1$ és $r = 1$, akkor $P = f$, vagyis f az az erő, a melyet a tömeg egysége a tömeg egységre a távolság egységéből gyakorol. A CGS-rendszerben tehát az f azt az erőt jelenti, a melylyel 1 gramm tömeg egy másik 1 gramm tömegre 1 centiméter távolságból hat. Ez a *gravitáció állandója*, az ú. n. *gravitációs konstans*. Értéke:

$$f = 0.0000000663 \text{ dyn} = 0.000000000676 \text{ gramm súly (Budapesten).}$$

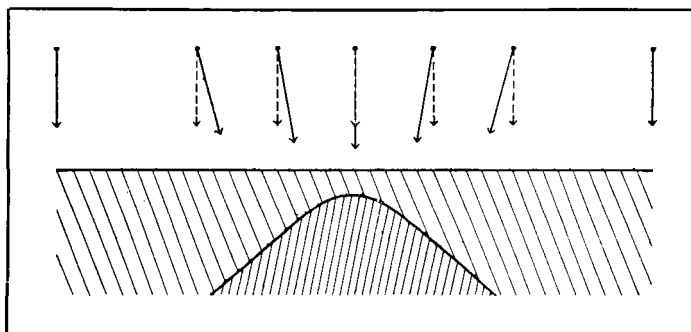
Első pillanatra talán meglep bennünket, hogy ez az erő ily roppant kicsi. De ez nem lehet meglepő, ha meggondoljuk, hogy a gramm súlya tulajdonképpen az az erő, a melyet a Föld az ő rettenetes nagy tömegével egy gramm tömegre gyakorol. Természetes tehát, hogy azon erőnek, a melyet csupán egy gramm, a Földhöz képest igen csekély tömegével egy másik grammra gyakorol, vagyis a gravitációs konstansnak nagyon kicsinek kell lennie. Ez a megállapításunk következő fejtegetéseinkre nézve is különösen fontos, mert ez az oka, hogy azok az erők, a melyeket le kell mérnünk, nagyon kicsinyek.

A vonzó erőnek ez a törvénye közvetlenül megmagyarázza azt a jelenséget, hogy a nehézségi erő csökken, ha fölfelé emelkedünk, pl. egy hegyre fölmegyünk. Ebben az esetben a Földtől való távolság, az r nagyobbodik és a távolság négyzetével arányosan az erő kisebbedik.

A nehézségi erőnek másik, észak-déli irányban való haladásakor nyilvánuló változását a *centrifugális erő* okozza. Ez az erő minden forgó mozgáskor szerepel és a forgó testet a forgás középpontjától, a forgástengelytől eltávolítani igyekszik. Ez okozza pl., hogy a megforgatott kő a parittyából elrepül, hogy a forgó kocsikerékről a sár lefröccsen stb. Földünkön a centrifugális erő sokkal kisebb, mint a vonzó erő, még ott is, a hol a legnagyobb, t. i. az egyenlítőn, annak csak $1/300$ -ad része. Éppen ezért Földünkön túlnyomóan a vonzó erő érvényesül. Minthogy pedig a centrifugális erő többek között a forgástengelytől való távolsággal arányos, legnagyobb lesz az egyenlítőn, mert ott a tengelytől való távolság is a legnagyobb. A sarkokon a forgástengelytől való távolság 0, itt tehát a

centrifugális erő is 0 lesz. Ezt az erőt tehát irány és nagyság szerint le kell vonnunk a Föld középpontja felé irányított vonzó erőből, akkor megkapjuk a két erő eredőjét, a nehézségi erőt. Ez az oka, hogy a nehézségi erő a sarkoktól az egyenlítő felé haladva, csökken, az egyenlítőnél pedig a legkisebb.

Abból a célból, hogy fogalmunk legyen arról, milyen rendűek körülbelül e változások, főlemlitem a következő két hozzávetőleges adatot. Ha 300 méterrel fölfelé emelkedünk, a nehézségi erő $\frac{1}{10\,000}$ részszel csökken, ugyancsak annyival csökken, ha vidékünkön egy szélességi fokkal délfelé megyünk. Egy szélességi foknak körülbelül 111 kilométer távolság felel meg, ilyen pl. a Budapest és Kalocsa közötti távolság. Ez tehát azt jelenti, hogy ha egy 10 kilogrammost, a melynek éppen $\frac{1}{10\,000}$ -ed része a gramm, egy fokkal délre, pl. Budapestről Kalocsára viszünk, akkor az éppen 1 grammal lesz könnyebb. Tévedések elkerülése végett főlemlitem, hogy ezt



2. rajz.

közönséges mérleggel észre nem vehetjük, mert a mennyivel megváltozik a mérendő tárgy súlya, ugyanolyan mértékben változik meg a mérő súlyok súlya is. Ezért ezt a változást csak olyan mérleggel mérhetjük le, a mely egy állandó erővel mér, a milyen pl. a rúgós-mérleg.

Az eddig említett változások a nehézségi erőnek, hogy úgy mondjam, szabályos, *normális* változásai. Ezekhez még más szabálytalan változások is csatlakoznak, a melyek a Földfelület egyenetlenségeiből és a kőzetek különféleségéből keletkeznek. A Föld felülete ugyanis nem sima, hanem hegyes-völgyes, továbbá anyagát tekintve, nem egynemű, hanem belsejében különböző sűrűségű rétegek váltakoznak. Az, hogy a Földfelület látható kiemelkedései, a hegyek gravitációs zavarokat okoznak, már régóta ismeretes. Nagy hegységek közelében tapasztalták, hogy a függőn a hegy felé hajlik, a nehézségi erő iránya megváltozik. Ezeket a hatásokat a vonzóerő alapján közvetlenül megérthetjük. Ugyancsak zavarokat okoznak azonban a Föld felszíne alatt elterülő különböző sűrűségű rétegek is. Az előzők alapján tudjuk, hogy a

vonzóerő a tömegekkel arányos, ezért a különböző sűrűségű rétegek különböző mértékben vonzanak, s így első pillanatra szabálytalannak látszó változásokat okoznak.

Abból a célból, hogy ezekről a hatásokról némi képet alkothassunk, vegyük kissé közelebből szemügyre a következő egyszerű vázlatos esetet: Képzeljük, hogy a Föld felszíne alatt egy a felületes rétegnél sűrűbb tömegeből álló kiemelkedés van, melyet a 2. rajzon sűrűbb sraffozással tüntettünk föl. Ennek hatása a Föld felületén a nehézségi erőben akként fog nyilvánulni, a mint azt a kihúzott nyilak mutatják. Összehasonlítás kedvéért a rajzban a nehézségi erő normális értékét is feltüntettem, még pedig a szaggatott vonalú nyilakkal. Ezek tehát arra az esetre vonatkoznak, ha a Föld felszíne alatt zavaró nagyobb sűrűségű tömeg nem volna. A folytonos vonallal kihúzott nyilakat szemügyre véve, az erő nagyságában és irányában egyaránt változásokat tapasztalunk. Az *erő nagyságára* vonatkozólag azt látjuk, hogy minthogy a sűrűbb és így nagyobb tömeg a környezeténél jobban vonz, közvetlenül fölötte az erő, a rajzon a nyíl hossza, a legnagyobb. Ettől jobbra, vagy balra távolodva, az erő csökken s ehhez képest a nyilak rövidebbek lesznek. Végül nagy távolságra haladva, a mit az aránylag nagyon közel rajzolt szélső nyíllal tüntettünk föl, a zavaró tömeg hatása megszűnik és a nehézségi erő rendes értékét veszi föl. Az *erő irányára* vonatkozólag azt tapasztaljuk, hogy a sűrűbb tömeg nagyobb vonzása következtében a nyilak a sűrűbb tömeg felé hajlanak. Jobban eltávolodva a zavaró tömegtől, az irányeltérések ismét csökkennek s végül nagy távolságban megszűnnek, az erő iránya rendessé válik, a mint azt a szélső nyíl jelzi.

Megjegyzem, hogy a 2. rajzban ezeket a hatásokat rettenetesen túloztuk; a valóságban ezek igen kicsinyek. Nagy zavarok esetén is, a legnagyobb eltéréseket véve figyelembe, a nagyságbeli változás a nehézségi erőnek csak néhány százezredrésze, az irányváltozás pedig csak néhány másodperc. Ha ennek megfelelőleg hűen készítettük volna el rajzunkat, akkor a kihúzott nyilak a szaggatottakkal teljesen egybeesnének, mintha látszólag semmi zavar sem volna. A tárgyalt esetben a vízszintes irányban haladva, figyeltük meg a zavaró tömeg hatását. Teljesség kedvéért csupán fölemlítem, hogy ha a zavaró tömeg közelében, de nem közvetlenül fölötte, függélyes irányban lefelé haladunk, akkor is az erő nagyságában és irányában hasonló jellegű változásokat tapasztalunk.

Minthogy a most említett változások nagyon kicsinyek, éppen ezért a régebbi módszerekkel azokat rendkívül nehezen és hosszadalmasan, vagy egyáltalában nem tudták lemérni s a megfigyeléseket rendszerint egymástól nagy távolságra fekvő helyeken végezték. BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND-nak támadt

az a gondolata, nem-e lehet oly eszközt szerkeszteni, a melylyel a nehézségi erő változásait igen kis térben, magának az eszköznek terében lemérhetjük, a mely tehát nem magát a nehézségi erőt, hanem közvetetlenül annak változásait méri.

Az eszköz megszerkesztésében az első fő nehézség abban rejlik, hogy az ilyen műszernek igen érzékenynek kell lennie. A nehézségi erőnek lemerendő változásai ugyanis nagyon kicsinyek. BÁRÓ EÖTVÖS eszközevel a szükséges érzékenységet elérhetjük és az erő változását (a gradiens, a melylyel majd a későbbiekben részletesen foglalkozunk) körülbelül a gramm súlyának billiomodrészét tevő pontossáig meghatározhatjuk. Azt, hogy ez mily kis erőt jelent, egy hasonlattal kívánom felfoghatóvá tenni. Gondoljuk el sorban a következő egyre növekedő távolságokat: Ha Budapestről Vácra utazunk, ez 34 km., Bécsig 278, Hamburgig körülbelül 1000 km. Ha körülutazzuk a földgolyót, ez az előzőkhöz képest jelentékeny nagy távolság 40000 km. Ha huszonötször körülutazzuk a Földet, éppen egy millió kilométert tettünk meg. Fejezzük ki ezt milliméterekben:

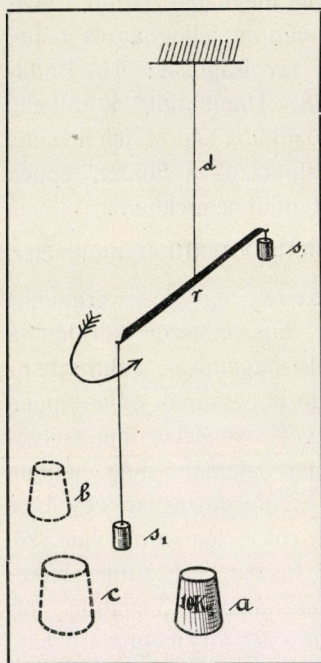
$$25 \times 40\,000 \text{ kilométer} = 1\,000\,000 \text{ kilométer} = 1\,000\,000\,000\,000 \text{ milliméter.}$$

Képzeli most, hogy valami ördögös gépezettel egy kis grammos súlyocskát oly vékony dróttá nyújtunk, hogy az huszonötször körüléri a Földet. Ebből a finom drótból, a melyet semmiféle nagyítóval, mikroszkóppal meglátni nem lehetne, egy milliméter hosszú darabocskának súlya éppen egy billiomod gramm. Félreértések elkerülése végett ismételve hangsúlyozom, hogy eszközünkkel, a mint azt a későbbiek alapján még jobban megérthetjük, a nehézségi erő változásait mérjük és e változásban egy ilyen rendű kis erőt képesek vagyunk még meghatározni. Nem arról van szó, mintha e kis drótdarabocská súlyát lemérhetnők, hiszen eszközünk szerkezeténél fogva súlymérésre közvetlenül nem használható. Továbbá fölemlitem, hogy az EÖTVÖS-féle eszközzel ugyancsak jól meghatározható gravitációs konstans e vékony drótból mindössze egy 67 mm hosszú darabocská súlyával egyenlő erőt jelent.

Ilyen érzékeny eszköz szerkesztésére a fizikusok fontos műszere, a mérleg, nem alkalmas, egyrészt, mert a forgástengelyen, az éleken a súrlódás jelenségei nyilvánulnak, melyek a szabad mozgást akadályozzák, másrészt, mert a mérlegre mindig az egész nehézségi erő hat, s ilyen nagy erő mellett az igen kicsit lemérni lehetetlen. Általában másfajta méréseknél is ugyanazt tapasztaljuk, pl. a hosszméréseknél is. Így pl. Budapest—Bécs távolságában egy czentimétert meghatározni teljesen lehetetlen, ellenben egy néhány czentiméteres rudacská hosszát $\frac{1}{1000}$ milliméter pontossáig kényelmesen megmérhetjük. Éppen ezért erre a célra BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND a torziós ingát használta fel, a melyre a nehézségi erő a maga egészében nem hat. Az eszköz nem

is magát a nehézségi erőt, hanem csupán a nehézségi erőből származó vízszintes összetevőket méri.

A fizikusok a torziós mérleget kis erők mérésére régóta használják. EÖTVÖS-nek azonban sikerült ezt az eszközt annyira érzékenynyé és bízossá tenni, hogy vele a műszer különböző részeire ható nehézségi erők igen kis különbségeit lemérhette. Az e célra szerkesztett különböző alakú torziós ingák közül csak a leggyakrabban használatosát ismertetem, annnyival is inkább, mert ez a nehézségi erő változásainak megismerésére a legtöbb adatot nyújtja. Az eszköz vázlatos modelljét a 3. rajzon látjuk. A vékony



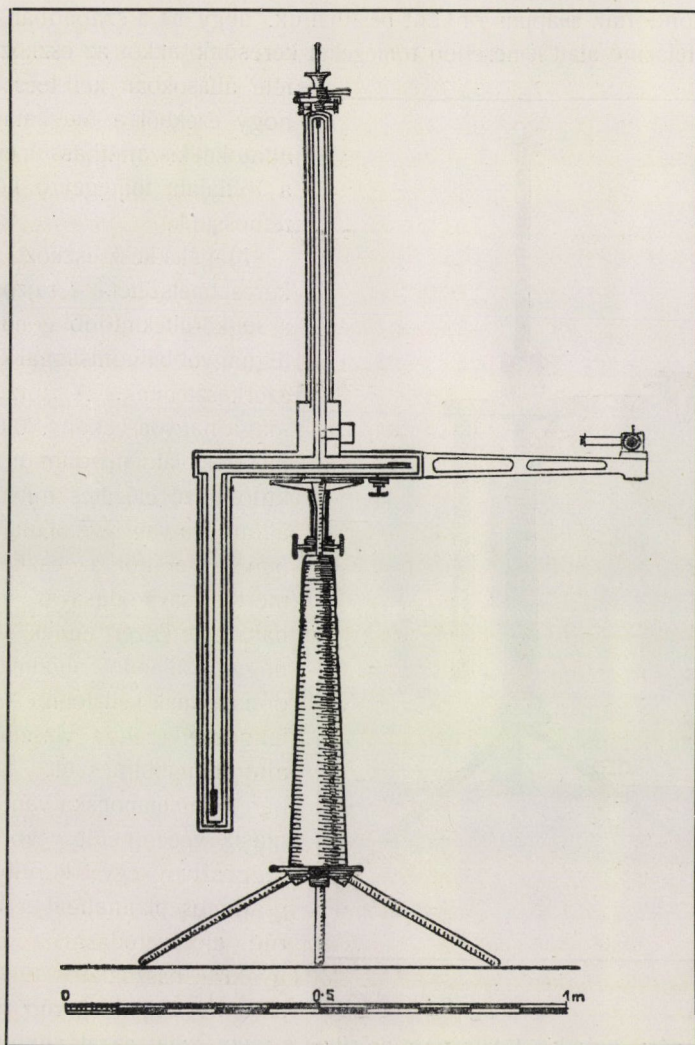
3. rajz.

d dróton r vízszintes rúd lóg, a melynek két vége s_1 és s_2 különböző magasságban lógó, de egyenlő súlyokkal van megterhelve. Az eszköz a d drót körül elcsavarodva a vízszintes síkban végezhet mozgásokat, a mint azt a nyíl is mutatja. A függélyes irányban ható nehézségi erő a maga egészében nem csavarhatja el a rudat, mert hiszen a mozgás létrejöttére a mozgás irányába eső vízszintes erő szükséges. Ha azonban, a mint az a valóságban valóban úgy is van, az s_1 és s_2 súlyokra ható nehézségi erő nem teljesen egyenlő irányú, akkor ezek összehatásából fenn fog maradni egy kis vízszintes erőcske, a mely a rudat elforgatja.

Az eszköz működésének jobb megértése céljából működését egy kísérleti példával világítottam meg. Megjegyzem, hogy ezzel a durva modellel magát a kísérletet valóban nem hajthatjuk végre, e célra már magát a kész eszközt kellene felhasználnunk. A példában csupán a nyilvánuló hatásokat óhajtom szemléltetni. Ha

az s_1 súly közelében oldalt az a helyre teszszük a 10 kilogrammos súlyt, akkor ez közelebb lévén az s_1 alsó súlyhoz, azt jobban vonzza, mint a felső s_2 -öt. Ennek megfelelőleg az s_1 -re gyakorolt vonzó erőnek a mozgás irányába eső vízszintes összetevője is nagyobb lesz, mint az s_2 -re gyakorolt vonzóerőé. E két erőösszetevő a rudat egymással ellentett irányban igyekszik elforgatni s így a kettő különbségének megfelelően az r rúd a nyíl irányában elfordul, még pedig oly fokban, hogy a megcsavart drót rugalmas ereje a hatóerővel éppen egyensúlyban legyen. Ha most a 10 kilogrammos súlyt a hátulsó b helyzetbe teszszük, akkor az a nyíllal ellenkező irányban forogtatja el az eszköz rúdját. Ha a rúd e két helyzete által

alkotott szögletet lemérjük, ebből ismerve az eszköz érzékenységét, a ható erőt, sőt a távolságok pontos ismerete mellett a ható tömeget is meghatározhatjuk. A hatás tehát, a mit a 10 kilogrammos súly az eszközre



4. rajz.

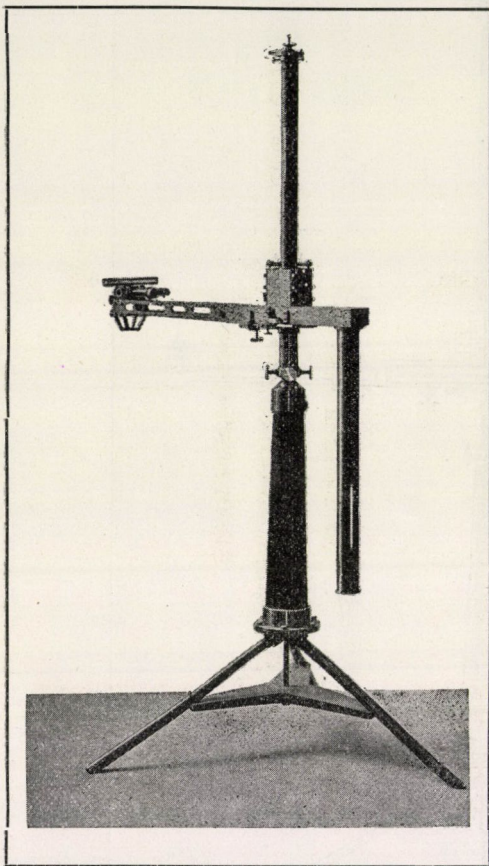
gyakorol, elsősorban attól függ, hogy milyen helyzetben van az a lógó súlyokhoz, illetve a rúdhoz képest. Abban az esetben, ha a 10 kilogrammos súlyt a rúd irányába, illetve az azon keresztül fektetett függélyes síkba, pl. a c helyzetbe teszszük, akkor annak semmi hatása sem lesz, mert

ebben az esetben a hatóerőknek a rúdra merőleges, a mozgás irányába eső összetevőjük nem lehet.

Általában véve a Föld felszíne alatt lévő sűrűbb tömegek éppen úgy elcsavarodásokat okoznak eszközünkben, mint kísérletünkben a közelébe helyezett súly. A mondottak alapján önként beláthatjuk, hogy ha a szabadban mérünk és a Föld felszíne alatt ismeretlen tömegeket keresünk, akkor az eszközt külön-

féle állásokban kell leélezelnünk, hogy ezekből a meghatározandó adatokat kiszámíthassuk és azután a földalatti tömegekre következtethessünk.

Magát a kész eszközt, melynek keresztmetszetét a 4. rajzon látjuk, a legkörültekintőbb gondnal és a legnagyobb finomsággal kell megszerkeszteni. A torziós drót maga nagyon vékony, 0,04 milliméteres platina-irridiumdrót, amely különböző előzetes műveletekkel állandóvá van téve. Tulajdonképpen ez a drót az eszköz lelke, mert elcsavarodásával mérjük a ható erőt. Ezért ennek a drótnak nagyon állandó rugalmas tulajdonságúnak kell lennie. Maga a lengőszerkezet, a vízszintes rúd, alumíniumból készült; egyik végére platinalapocska van erősítve, másik végén pedig vékony drótra függesztve egy körülbelül 30 grammos platinahenger lóg le. A rúd elcsavarodását a fizikában gyakran használatos tükörleolvasással észleljük. A rúd függélyes

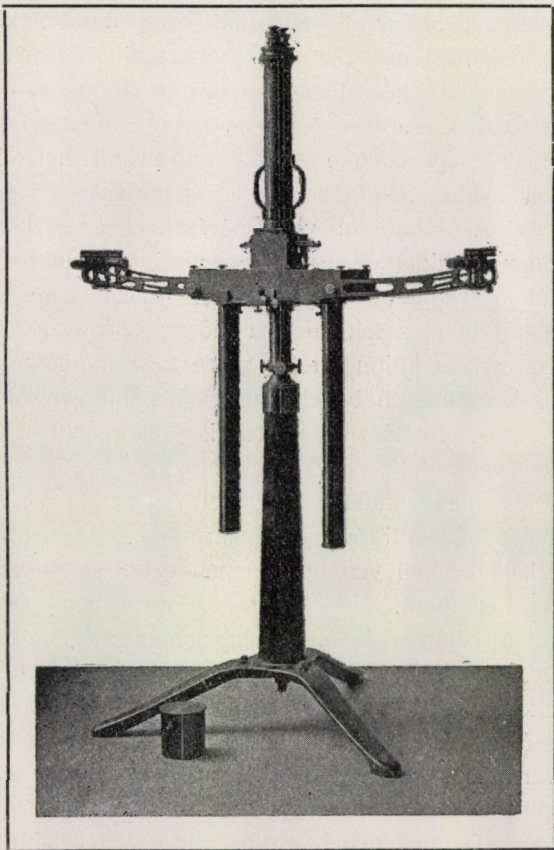


5. kép.

toldalékrésére egy kis tükör van erősítve, amely tehát azzal együtt mozog. A tükörrel szemben egy hosszabb kar végén a távcső és fölötté a skála van elhelyezve, a mint ezt a 4. rajz jobb oldalán láthatjuk. Ha a rúd elfordul, akkor azzal együtt a tükör és így a távcsőben látható skálakép is elmozdul, amit azután a távcsőben lévő fonálkereszt segítségével pontosan megfigyelhetünk. Ezzel a berendezéssel tehát igen kis szögelfordulásokat is észlelhetünk.

Az eszközt természetesen védenünk kell a külső zavaró hatásoktól, a légáramlatoktól, a gyors hőmérsékletváltozásoktól, a melyek belsejében ugyancsak légáramlásokat okoznak, stb. Ezért maga a lengőszerkezet 3—5 milliméter vastag rézlemezekből, illetve csövekből készült hármass fémtokba van bezárva. Maga az egész eszköz erős oszlopon nyugszik, még pedig akként, hogy a függélyes tengely körül elforgatható s így a világtájak szerint különböző irányokba állítható. Az 5. képen az eszköz fotografiáját mutatjuk be.

Az eszközt különböző állásokba hozva, végezzük az észleléseket, megfigyelve mindig a megnyugodott rúd egyensúlyi helyzetét. Az eszköznek újabb állásba való forgatásakor ugyanis a lengőszerkezet lökéseket kap s jó ideig ide-oda mozog, a mely mozgás azonban egy óra alatt teljesen megszűnik, a mikor is a rúd újabb egyensúlyi helyzetét ismét leésszeljük és így tovább. A módszer elmélete szerint legalább öt állás szükséges ahhoz, hogy az összes adatokat kiszámíthassuk. Rendszerint eszközünket észak-dél irányba állítva, kezdjük el az észleléseket s ezután óránként $72-72^{\circ}$ -kal tovább forgatva végezzük a további megfigyeléseket.



6. kép.

A mérés hosszadalmasságának csökkentésére EÖTVÖS egy másik, úgynevezett *kettős gravilációs eszközt* szerkesztett, melynek fotografiáját a 6. képen mutatjuk be. Tulajdonképpen ez nem más, mint két egymás mellé helyezett műszer, a melyek egymáshoz képest 180° -kal el vannak forgatva, ellentettan állanak, a mint azt a képen a lefelé nyúló csövek is elárulják. Az egyik eszköz elől, a másik hátul van, mindakét eszköz egymástól teljesen független, csak közös állványra van rászelve. Könnyen beláthatjuk, hogy a

hatás, a melyet a távolból ható tömegek a két eszközre gyakorolnak, általában egymással ellentett lesz. Ebben az esetben tehát egyidejűleg mindkét eszközzel észlelünk, s így kevesebb, az elmélet szerint már három állásban való észlelés elegendő. A kettős gravitációs eszközzel tehát az észak-dél irányban s azután csupán az azzal 120^0 és 240^0 -ot bezáró irányokban végzünk észleléseket, a melyekből a meghatározandó adatokat mind kiszámíthatjuk. Újabban általában ezeket a kettős eszközöket használjuk. A műszert régebben a szállításnál több darabra kellett szétszedni, a mi a vele való bánást nehézkessé és hosszadalmassá tette. Az újabb eszközök csupán három darabból állanak: a három lábból, az oszlopból és a tulajdonképpeni eszközből. Természetesen az ilyfajta műszereknél arról is kellett gondoskodnunk, hogy szállítás előtt a lengőszerkezetet alkalmas berendezés segítségével kívülről megfoghassuk, arretálhassuk.

A szabadban való méréseknél az eszközt külön sátorban állítjuk fel, hogy az időjárás viszontagságaitól, valamint a gyors hőmérsékletváltozásoktól megvédjük. A sátor, illetve házikó erős, vízhatlan vászonból való és kettős falú; a két fal köze hőszigetelés céljából faforgácssal van kitöltve. Az eszközt külön erre a célra készült műszerkocsiban szállítjuk, a melybe az kényelmesen behelyezhető, valamint gyorsan és biztosan rögzíthető.

A gravitációs mérésekkel kapcsolatban egyes *kiegészítő méréseket* is kell végeznünk. Eszközünkre ugyanis az összes tömegek, tehát nemcsak a földalattiak, hanem a földfeletti látható tömegek is hatnak. Ha méréseinkből a földalatti tömegekre akarunk következtetni, akkor a földfeletti hatását tekintetbe kell vennünk, éppen ezért a látható felszín egyenetlenségeit le kell mérnünk. Ezt az eszköz közelében 100 méter távolsáig nivellálás útján határozzuk meg, lényegében hasonló módon, mint az a mérnöki gyakorlatban szokásos. E nivellálási adatokból az észlelési hely közelében elterülő terep felszín-egyenetlenségeiből származó hatást, a *terrainhatást* számíthatjuk ki. Ha esetleg mélyebb árkok vagy magasabb töltések stb. vannak az észlelési hely közelében, ezeket külön le kell mérni és hatásvat szintén számításba kell venni.

Természetesen eszközeinkre a távolabbi hegyek is hatnak, ezeknek hatása azonban a nagyobb távolság miatt jóval kisebb, a miért is ezt a katonai térképek alapján elegendő pontossággal kiszámíthatjuk. Végül megjegyezzük, hogy a Földnek nem teljesen gömbalakja a nehézségi erő változásaiban is megnyilvánul, s ez a Föld alakjából kiszámítható hatás adja az úgynevezett *normális értékeket*. Csak mindezen hatások tekintetbe vétele után következtethetünk méréseinkből a földalatti tömegekre.

Az említetteken kívül még másfajta kiegészítő méréseket és munkálatokat is kell végeznünk, a melyeknek részletezésébe azonban nem bocsátkozom.

Az előbb ismertetett mérések elvégzése után az adatok feldolgozása következik. A következőkben azt szándékozom kissé részletezni, hogy észlelési adatainkból mi mindent határozhatunk meg. E célból tulajdonképpen föl kellene írnom mindenekelőtt az eszköz formuláját s ebből kiindulva kellene az ügyet tárgyalnom. Ezt a leghelyesebb és legszabatosabb utat azonban nem követhetem, mert ahhoz különösebb matematikai szakismeretek kellenek. Ezért inkább csupán a főbb következtetések fizikai lényegének ismertetésére szorítkozom.

Általában véve eszközeinkkel a nehézségi erő változásait határozhatjuk meg. Az észlelésekből közvetlenül kiszámított adatok a közvetlenül észlelt eredményeket adják. Ezeknek további feldolgozásánál különböző korrekciókat kell tekintetbe vennünk. Az eszköz környezetének teljesen esetleges véletlentől függő hatását, a terrainhatást, mindig le kell vonni adatainkból. Így kapjuk a nehézségi erő valóságos változásainak adatait, a melyeket *topografikus értékeknek* hívunk. Ha a topografikus értékekből a normális értékeket, melyekről már az előzőkben szóltunk, levonjuk, kapjuk a normálistól való eltéréseket, a *topografikus rendellenességeket*, a *gravitációs zavart*. Ezt a gravitációs zavart a látható földfeletti és a láthatatlan földalatti tömegek együttesen okozzák. Ha tehát a topografikus rendellenességekből ismét a látható tömegek, hegyek hatását levonjuk, kapjuk a *földalatti tömegek okozta gravitációs zavart*, a *subterrán rendellenességeket*. A mikor tehát méréseinkből a földalatti tömegekre akarunk következtetni, éppen ezen subterrán rendellenességekből, a subterrán zavarokból kell kiindulnunk.

Lássuk ezek után kissé közelebbről, hogy a nehézségi erő változásaira vonatkozólag mi mindent határozhatunk meg eszközeinkkel.

Az első ilyen adat, a melyet észleléseinkkel megállapíthatunk, a *földfelület alakjára vonatkozik*. A földfelület alakja közvetlenül nem érzékelhető, mert a Föld tudvalevőleg hegyes-völgyes, már pedig ezen szabálytalan egyenetlenségeket kiegyenlítve kell elképzelnünk. Éppen ezért a földfelület alakjának meghatározására a nyugvó víz felszínét szoktuk fölhasználni. Gondoljuk, hogy az egész Földet tenger borítja, tekintsünk el ennek háborgásaitól, az apály és dagály jelenségétől, akkor ennek a teljesen nyugodt tengernek felszíne adja meg a Föld felületét, a melyet *szintfelületnek*, *nivófelületnek* szokás nevezni. Képzeljünk például egy nagy, vízzel telt medenczét, akkor ennek színe a medencze helyén a Föld felületének alakját mutatja. Ez a felület, mint a Föld felületének egy kis darabja, természetesen görbe felület, azonban oly kevésbé görbült, hogy azt közvetlenül lemérni nem tudjuk. Méréseinkből azonban első sorban éppen a *nivófelület görbületi viszonyaira vonatkozólag állapíthatunk meg bizonyos adatokat*.

Közelebből ezt nem részletezem, csak egy különösebben érdekes

példát említek. Tirolban a Cimabanche völgyben végeztünk méréseket, mely a 3000 métert meghaladó Monte Cristallo és Croda Rossa között 1520 m tengerszín fölötti magasságban fekszik, úgy, hogy az aránylag szűk völgy viszonylagos mélysége 1500 méternél nagyobb. E hatalmas kiemelkedő tömegek hatása abban nyilvánul, hogy a völgyben, még pedig különösen annak szélein a nivófelület, a szintfelület sokkal kevésbé görbült, mint annak normális viszonyok között lenni kellene, nevezetesen olyan, mintha az egy Földünknel harminczszor nagyobb sugarú gömbhöz tartoznék. Ebben az esetben tehát a kiemelkedő látható tömegek hatását tapasztaljuk, természetesen azonban a földalatti láthatatlan tömegek is módosítják a nivófelület alakját. A görbületi adatok subterrán értékeiből tehát a földalatti tömegekre vonhatunk bizonyos következtetéseket.

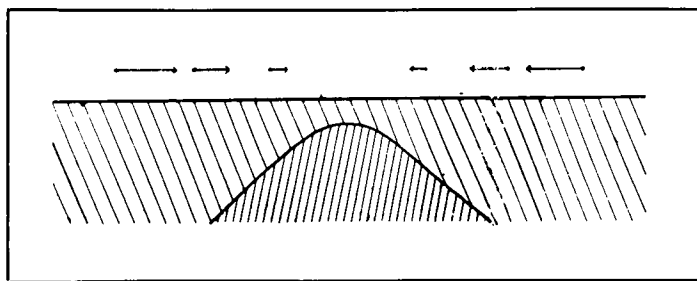
Méréseinkből továbbá a megvizsgált területen a *függőn-eltéréseket* részletesen meghatározhatjuk. Erre a célra azonban szükséges, hogy egyrészt az észlelési állomások czélszerű hálózata álljon rendelkezésünkre és hogy másrészt az abszolút függőn-eltéréseket egy-két ponton ismerjük. Ezt a néhány abszolút adatot a szokásos módon határozzuk meg, a mint azt már az előzőkben tárgyaltuk. Azt, hogy a földalatti tömegek függőn-eltéréseket okoznak, ugyancsak az előzőkben a 2. rajz kapcsán részleteztük. Világos tehát, hogy a függőn irányában jelentkező subterrán zavarokból magukra a földalatti hatótömegekre következtethetünk.

Végül észlelési adatainkból kiszámíthatjuk, hogy *a vízszintesben haladva, miként változik a nehézségi erő nagysága, azaz maga a nehézségi erő*. Ha egy pontból kiindulva a vízszintesben különböző irányokban haladunk, a nehézségi erő általában különböző mértékben változik. A különböző irányok között van egy, mondjuk kiváltságos irány, melynek irányában haladva, a nehézségi erő legnagyobb mértékben változik, legjobban növekszik. Méréseinkből elsősorban meghatározhatjuk, hogy ez az irány merrefelé esik, vagyis az észak-dél vonallal mekkora szöget zár be. Továbbá magát a változás fokát is kiszámíthatjuk, nevezetesen, hogy ebben az irányban 1 centiméterrel előre haladva, az erő hány CGS egységgel, vagyis hány dynnel növekszik. Ezt az adatot *gradiens*-nek nevezzük. A gradiensek nagyon kicsinyek s éppen ezért azokat $\frac{1}{1\ 000\ 000\ 000} = 1.10^{-9}$ CGS egységekben szoktuk kifejezni. Térképeinken a gradienst kis nyíllal ábrázoljuk és a nyílat a kiváltságos irányba, a legnagyobb növekedés irányába fektetjük s magát a nyíl hosszát a változás fokával arányosan rajzoljuk. Ha térképeinkbe a subterrán rendellenességek gradienseit, vagyis a földalatti tömegek okozta gravitációs zavar gradienseit rajzoljuk be, akkor belőlük közvetlenül a földalatti tömegekre következtethetünk.

Ha a 2. rajz kapcsán elmondottakat szem előtt tartjuk, közvetlenül beláthatjuk, hogy a térképeinkbe berajzolt *gradiensek mindig a nagyobb*

tömegek felé mutatnak. A rajzban a gradienseket esetleges félreértések elkerülése végett még nem tüntettem föl. Ugyanezen esetre vonatkozólag magukat a gradienseket túlzott méretekben a 7. rajzon látjuk. A zavaró tömeg fölött a középén a gradiens 0, innen jobbra és balra haladva a gradiensek növekednek és a nagyobb tömeg felé mutattva egymással ellentettek. Rajzunkban csak a zavart okozó nagyobb sűrűségű földalatti kiemelkedés közepe körüli viszonyokat tüntettük föl; ha attól jobban eltávolodunk, akkor természetesen a gradiensek ismét csökkennek. Csupán föl-
említem, hogy a valóságban a földalatti kiemelkedés lejtési viszonyai sohasem olyan szabályosak, mint azt rajzunkban föltettük, ezért a gradiensek sem változnak ily rendszeresen.

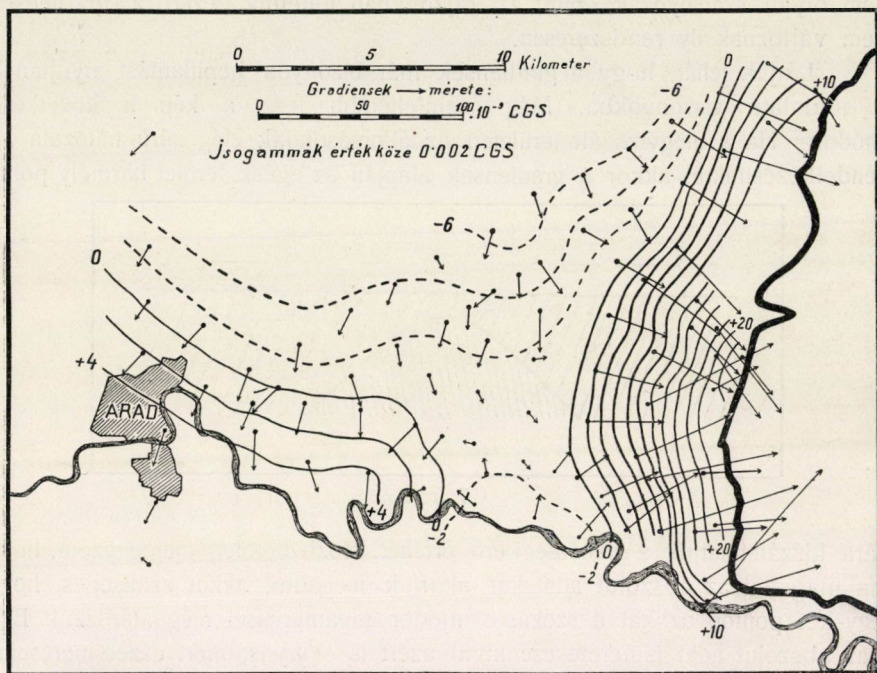
Látjuk tehát, hogy a gradiensek már bizonyos bepillantást nyújtanak a földalatti viszonyokba. Még szemléltetőbb lesz a kép a következő módon: Ha a megvizsgált területen az állomásoknak elég sűrű hálózata áll rendelkezésünkre, akkor a gradiensek alapján az egész terület bármely pont-



7. rajz.

jára kiszámíthatjuk a nehézségi erő értékét. Közbevetőleg megjegyzem, hogy ha magukat az abszolút adatokat akarjuk megadni, akkor szükséges, hogy egy-két ponton azokat a szokásos módon ingaméréssel meghatározzuk. Egy pár abszolút adat ismerete ezenkívül azért is előnyös, mert ezzel méréseinket ellenőrizhetjük. Az ingamérés ugyanis közvetlenül megadja két egymástól távolabb fekvő állomás között a nehézségi erő különbségét, a gradiensekkel számítva természetesen ugyanazt a különbséget kell megkapnunk. Az inga tehát csak egy pár alappontot ad, de e változások finomabb menetébe bepillantást nem nyújt és kisebb fokú érzékenysége miatt fogva nem is nyújthat. Ismerve már most a megvizsgált terület bármely pontjára a nehézségi erő értékét, azokat a pontokat, a melyeken a nehézségi erő egyenlő, folytonos görbe vonallal köthetjük össze. E vonalakat *egyenlő nehézségű görbéknek, isogammáknak* nevezzük. Ha térképeinkbe a földalatti tömegek okozta gravitációs zavar isogammáit, *a subterrán rendellenességek isogammáit* berajzoljuk, ez a görberendszer közvetlen bepillantást nyújt a földalatti viszonyokba.

Az isogammák maguk az észlelésekből közvetlenül meghatározott biztos adatok, ha azonban ezeknek a földalatti tömegekre vonatkozó jelentőségét akarjuk megállapítani, akkor ez már bizonyos föltevésektől függ. A legegyszerűbb föltevés az, hogy a Föld felszíne alatt egy nagyobb sűrűségű, mondjuk sziklás réteg van, a mely fölött a kevésbé sűrű felszíni réteg terül el. Ebben az esetben az isogammák olyanféle jelentőségűek, mint rendes térképeinken a rétegvonalak. A hegyvidék magassági viszonyait tudvalevőleg akként szokták ábrázolni, hogy az egyenlő tengerszín fölötti pontokat egymással összekötik, így pl. a 100, 200, 300 méter stb. magasságú pontokat.

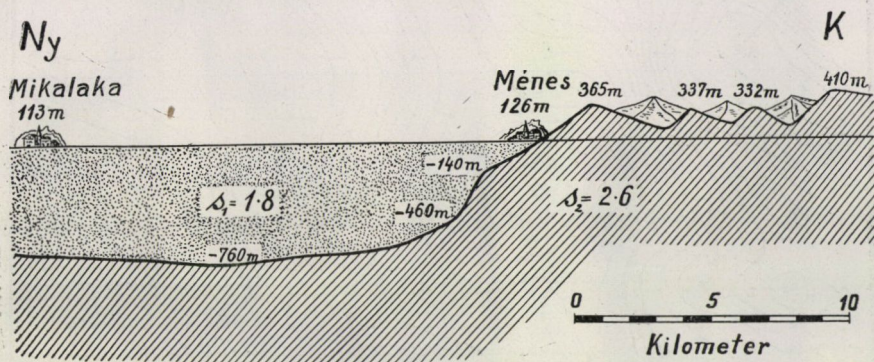


8. rajz.

Az ekként megrajzolt görbék a rétegvonalak. Hogy az ábrázolás még szembe-ötlőbb legyen, a közöket a lejtésekkel arányos sűrűségű sraffozással, vagy különböző színárnyalattal töltik ki, a mint ezt használatos térképeinken láthatjuk. Az említett egyszerű föltevés mellett tehát az isogammák közvetlenül a földalatti sűrűbb tömeg felületének magassági viszonyait, rétegvonalait adják. Hangsúlyozni kívánom azonban, hogy más föltevések esetén következtetésünk is más eredményre vezet. Ha a föld alatt több egymástól eltérő sűrűségű réteg van, akkor hatásuk összegeződik, s így egymástól eltérő alakulatok a nehézségi erőben körülbelül hasonló változásokat okozhatnak. Éppen ezért egyidejűleg a függőön-eltérésekre és a görbületi viszonyokra

vonatkozó adatokat is tekintetbe kell vennünk, a melyek a helyes föltevésre bizonyos alapot nyújtanak. Ugyancsak ebből a szempontból fontosak a geológiai adatok is, a melyeket következtetéseinknél mindig szem előtt kell tartanunk.

Méréseink nagy tömegéből csupán néhány példát óhajtok kissé közelebbről tárgyalni. A 8. rajzon Arad vidékén a subterrán rendellenességek, a földalatti tömegek gravitációs hatásának térképét látjuk. A térkép jobb szélén a vastag vonal a síkság határát, az aradi Hegyalja szélét tünteti föl, a mely hegységnek hatása a mondottak szerint a rajzban föltüntetett adatokból már le van vonva. Az egyes pontok az észlelési állomások, melyek közül néhányat kihagytunk, mert néhol nagyon sűrűen vannak elhelyezve s így a kicsinyített rajzban az áttekinthetőséget zavarják. A nyílak a gradiensek, a berajzolt görbék az isogammák. Látjuk, hogy a hegy közelében a gradiensek

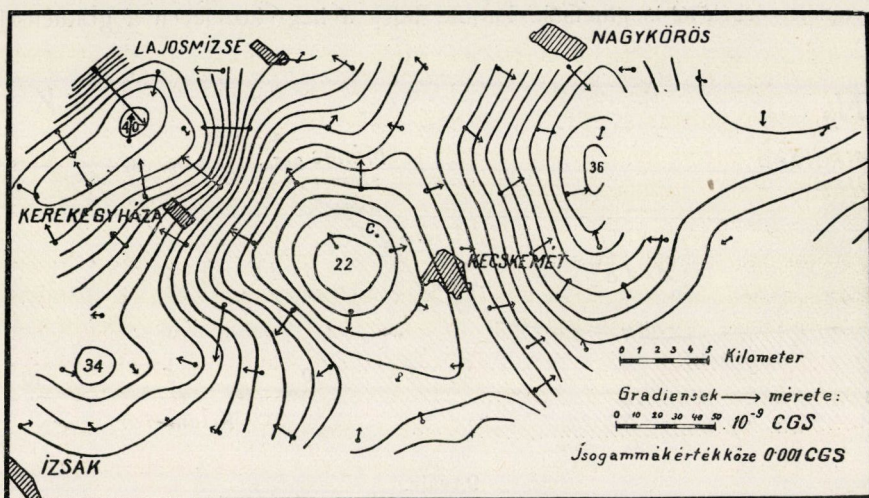


9. rajz.

a hegy felé mutatnak, jelezvén, hogy ebben az irányban a Föld alatt nagyobb tömegek vannak, vagyis a hegy sziklarétege a Föld alatt lefelé folytatódik. Arad felé haladva, a gradiensek bizonyos fokig megfordulnak, jelezvén, hogy a sűrűbb altalaj ismét kissé feljebb emelkedik. Még szembeötlőbben mutatják ezeket a viszonyokat a gravitációs zavar isogammái, a melyek közül a negatívokat, vagyis a normálisnál kisebb értékűeket szaggatott vonallal ábrázoltuk; a melléjük írott néhány szám tulajdonképpen a $+0.004$, $+0.010$, $+0.020$ stb. CGS értékű isogammákat jelzi. E térkép adatai alapján készítettük el a Ménes hegyaljai falu szélességi körén kelet-nyugot irányban képzelt keresztmetszetet (9. rajz), még pedig $s_1 = 1.8$ és $s_2 = 2.6$ sűrűségek föltevésével. A rajzban a hegyek földalatti folytatását alkotó sziklás altalaj képét látjuk, a régi tengerfenéket, a melyre azután az alföld lazább felületes rétege ráakódott.

Hasonló eredményekre vezettek *Budapest környékén* végzett méréseink. Itt is a budai hegységek a föld alatt folytatódnak és meglehetősen gyors lejtéssel terjednek tovább az alföld felületén, lazább talaja alatt. Méréseink ugyanolyan lejtésről adnak számot, mint a melyent a fúrások alapján megállapítottak. A budai oldalon a melegvízforrások közel vannak a felszínhez, a margitszigeti fúróluk már 118 méter, a városligeti pedig 970 méter mélységű. Ily mértékben lejt maga a sziklás altalaj is.

A *Kecskemét vidékén* végzett méréseink részletes eredményét a 10. rajzon látjuk, melyben az előzőkhöz hasonlóan ugyancsak a subterrán rendellenességek vannak föltüntetve. Az egyes területekre beírt számok tulajdonképpen a nehézségi erő 0,022, 0,034, 0,036 és 0,040 CGS nagyságú zavarát jelentik. Látjuk, hogy a középső 22-es területből kiindulva,



10. rajz.

a gradiensek mind kifelé irányulnak, a nagyobb sűrűségű tömegek tehát kifelé vannak, míg a középen kisebb tömegnek kell lennie. A 40-es területen túl haladva, a gradiens megfordul, jelezvén, hogy a nagyobb tömeg a 40-es terület körül fekszik. Még szemléltetőbben mutatják be ezeket a viszonyokat az isogammák. A középen a legelső isogamma a 0,022 CGS értékű, innen kiindulva az isogammák a szélék felé nőnek, északnyugat irányban pl. egészen 0,040 CGS-ig s azután megint csökkennek. Ha ismét csupán két, egy alsó sűrű és egy felső lazább réteget tételezünk föl, akkor az isogammák a földalatti alsó réteg felszínének rétegvonalait adják, még pedig 0,6 sűrűségkülönbséget föltételezve, 40 méteres közökben. A sűrűbb altalajban tehát a középen egy mélyedés van, innen a szélék felé haladva a sűrűbb tömeg emelkedik, majd ismét lejt. Szóval egy

kráterszerű alakulattal van dolgunk, illetve helyesebben szólva, egy oly fajta „körhegységgel“, mint a milyenek a holdkráterek. A körhegység ugyanis aránylag széles, körülbelül 30 kilométer átmérőjű s szélein egyes csúcsok emelkednek ki. Ezen különös alakulat kétségtelenül összefügg a kecskeméti földrengésekkel. A kecskeméti földrengés ügyét nem részletezem, csupán főlemlítem, hogy pl. az 1911. július 8.-iki rengés epicentruma, vagyis a földfelületnek a rengés középpontja fölött fekvő helye, térképünkön a C pontba esik, szóval kráterünk közepébe. A rajzon föl nem tüntetett rengési görbék ugyancsak egybeesnek ezzel az alakulattal. Kiemelem azonban, hogy ez a következtetés csak az említett föltevés esetén állja meg a helyét. Más, a környezetnél kisebb sűrűségű földalatti tömegeket föltételezve, másfajta alakulat is eredményezheti az észlelt gravitációs zavart. Így a középén lévő minimumot nagyobb sótest jelenléte is okozhatja, a mint ezt BÖCKH HUGÓ geológiaiilag valószínűnek is tartja. Bár ebben az esetben a helyes föltevés megválasztása miatt következtetéseink bizonytalanok, mindenesetre a méréseknek nagy fontosságuk van. Hiszen csak a terepen jól megjelölhető minimum helyét és a maximumok valamelyikét kell megfúrunk, hogy a földalatti alakulatba biztos bepillantást nyerjünk.¹ Továbbá bizonyos, hogy ha egyszer ennek a gravitációs zavarnak tulajdonképpeni értelmét helyesen megállapítottuk, hasonló típusú zavarok az alföldön más esetben is ugyanazt fogják jelenteni. Általában véve tehát mennél több kétségtelenül kiderített esetünk lesz arra, hogy bizonyos gravitációs zavarokat geológiaiilag miként kell magyaráznunk, annál biztosabbá válnak következtetéseink az újabb esetekre vonatkozólag. Éppen ezért szükséges, hogy a geológiai tapasztalatok és a gravitációs mérések egymást szervesen kiegészítsék.

A geológiai megállapítások és a gravitációs mérések közötti megegyezés szép példáját mutatják az *egbelli olajfúrások vidékén* végzett megfigyelések, a melyeket BÖCKH HUGÓ részletesen ismertetett,² éppen ezért velük itt bővebben nem foglalkozom.

Következtetéseinknél természetesen a függőön irányában és a nivófelület görbületi viszonyaiban nyilvánuló zavarokat is szem előtt kell tartanunk, melyek a különböző alakulatok bizonyos fokú szétválasztását teszik lehetővé. Ugyancsak ebből a szempontból fontosak a földmágneses erőre vonatkozó megfigyelések, a miért is ezeket mindig a gravitációs mérésekkel kapcsolatban végezzük.

* * *

¹ A maximumok közül tulajdonképpen kettőt volna czélszerű megfúrni, mert közülök az egyik mágneses tulajdonságú.

² Brachyantiklinálisok és dómok kimutatása torziós mérleggel végzett nehézségi mérések adatai alapján; L. Bányászati és Kohászati Lapok, L. évf., I. kötet, 265—273. lap.

A Földön mindenütt működik egy erő, a mely az iránytűt körülbelül észak felé irányítja. Ez a földmágneses erő. Ennek meghatározására, hasonlóan mint azt a nehézségi erőnél tettük, két adatot kell megállapítanunk, az erő *irányát és nagyságát*. Az irány meghatározása két szöglet útján történik. Az egyik szöglet a *deklináció*, a mely megmondja, hogy a mágnesű, helyesebben az erő iránya, a vízszintes síkban mekkora szögletet zár be a csillagászati észak-dél vonallal. A másik az *inklináció*, az a szöglet, melyet a minden irányban teljesen szabadon forgó iránytű a vízszintessel bezár. Az erő nagyságának meghatározására czélszerűségi okokból nem magát az egész erőt, hanem csak annak vízszintesbe eső összetevőjét: a *horizontális összetevőt* szoktuk megmérni. E három adat, a *deklináció*, *inklináció* és a *horizontális intenzitás*, vagyis a D , I és H , a földmágneses erőt teljesen meghatározza. Megjegyzem, hogy ezek az adatok helyről-helyre és időről-változnak. FEKETE JENŐ meghatározása szerint pl. Pestszentlőrincen, még pedig a $47^{\circ} 27' 2''$ földrajzi szélességű, $36^{\circ} 50' 8''$ Ferrótól számított keleti hosszúságú helyen 1914. év augusztus hó 1.-én a középértékek a következők: $D = 5^{\circ} 27' 8''$, $I = 62^{\circ} 3' 2''$, $H = 0.21257$ CGS.

A mágneses adatok abszolút értékeinek meghatározását a rendszeren szokásos módszerekkel és eszközökkel végezzük. Az abszolút értékeket meghatározó állomások közé sokszor relatív megfigyeléseket tűzünk. Ebben az esetben ugyanis csupán az erőben jelentkező változásokat mérjük, még pedig aránytalanul könnyebben és gyorsabban kezelhető eszközökkel. Általában véve éppen a gyorsabb és ügyesebb kezelhetőség szempontjából eszközeink, ha mindjárt lényegükben nem is újak, erre a célra mégis czélszerűen módosítottak. A relatív deklinációk meghatározására EÖTVÖS-nek lényegében is saját szerkezetű eszközét használjuk.

A mágnesesség, ellentétben a gravitációval, a testeknek nem általános tulajdonsága. Tudjuk, hogy a mágnesrúd a vasszöveget magához vonzza s szintén mágnesessé teszi: a vasszöveg egymásba fogódzó kötegben tapadnak a mágnesrúd végéhez. A rézszöveget, vagy a gyufaszálakat ellenben a mágnesrúddal föl nem emelhetjük. A vas, a nikkel stb. mágneses tulajdonságú, míg a réz, a fa stb. nem mágneses.

A földi mágneses erőben jelentkező helyi zavarokat tehát a földalatti mágneses tulajdonságú anyagok okozzák. Ilyenek pl. a vasérczek, bizonyos, különösen vulkáni eredetű kőzetek stb. E zavarokból tehát mágneses tömegekre következtethetünk. Éppen ezért fontos a mágneses adatoknak ismerete, mely kapcsolatban a gravitációs adatokkal, mélyebb bepillantást enged a felsőbb rétegek szerkezetébe. Ilyetén módon pl. az Erdélyben végzett méréseink alapján a különböző hatótömegeket, így a nagyobb sűrűségű rétegeket, a kisebb sűrűségű sótesteket és a mágneses tömegeket egymástól szétválaszthattuk és a földalatti rétegvonalatok elég részletezett képét készít-

hettük el, még pedig már a geológiai adatok igénybevétele nélkül. Természetesen e kép még tökéletesebb és a valósággal még sokkal egyezőbb lesz, ha a geológiai adatokat is tekintetbe vesszük.

* * *

Végül rátérek legalább főbb vonásokban e mérési módszer más irányú alkalmazásainak és jelentőségének ismertetésére.

A BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND gravitációs eszközével végezhető mérések több irányban fontosak, még pedig *tudományos, geofizikai, geodéziai, geológiai és szeizmológiai* szempontból.

Elsősorban *tudományos szempontból* különösen azért jelentős ez az eszköz, mert vele nagyon kis erőket lemérhetünk. Az egyetemi fizikai intézet pincéjében van egy ilyen különösen érzékeny műszer felállítva, a melylyel pl. a tőle 1—1.5 méter távolságban ülő ember tömegét megmérhetjük a vonzóerő azon különbségei alapján, a melyet az ember tömege az egyetemes gravitáció törvényének megfelelőleg az eszköz különböző részeire gyakorol. Gondoljunk a gravitáció konstans igen kicsi voltára s akkor elképzelhetjük, milyen kis erő méréséről van itt szó!

Ugyancsak ezt a módszert használtuk fel akkor, a mikor BARÓ EÖTVÖS LORÁND-dal és FEKETE JENŐ-vel együtt közösen „a tehetetlenség és a gravitáció arányosságára vonatkozólag” pontos kísérletsorozatokat végeztünk, a melylyel a göttingai egyetem filozófiai karának BENEKE-féle pályakérdését megoldottuk s e munkánkkal az első díjat megnyertük. E kérdés megvizsgálását egyrészt elméleti szempontok, másrészt pedig különösen LANDOLT és HEYDWEILLER kísérletei tették időszerűvé. Ők ugyanis teljesen zart Ω -alakú csövekben kémiai reakciókat végeztek. Az egymásra ható oldatokat a cső két szárába helyezték el s a csövet leforrasztva, annak súlyát mérlegben igen nagy pontossággal meghatározták. Ezután a csövet megbillentvén, a két oldatot összekeverték, mire a reakció végbement. Az üvegcső súlyát most ismét gondosan megmérték, s ilyenkor is több esetben kimutatható súlyváltozást észleltek. E kísérlet azt jelentené, hogy a gravitáció a különböző, nevezetesen a reakció előtti és utáni anyagokra különbözőképpen hat s így a testek súlya anyagi minőségüktől is függ. E kísérletek tehát a fizika egyik alaptörvényét gyökerében támadják meg. Az EÖTVÖS-féle eszközzel végzett kísérleteinkkel sikerült kimutatnunk, hogy ily fajta eltérések nincsenek, illetve szabatosabban kifejezve, észlelésünk pontosságánál, azaz $1/200\,000\,000$ -nál mindenestre kisebbek. Szóval a gravitáció az anyagi minőségtől függetlenül a különböző testekre egyformán hat. LANDOLT és HEYDWEILLER kísérletei korántsem érték el ezt a pontosságot. A kimutatott súlyváltozásnak az a magyarázata, hogy a mérleg érzékenységének határán lévő igen kényes kísérleteket rendszeres körülmények között végezték s így kísérletsorozataikba

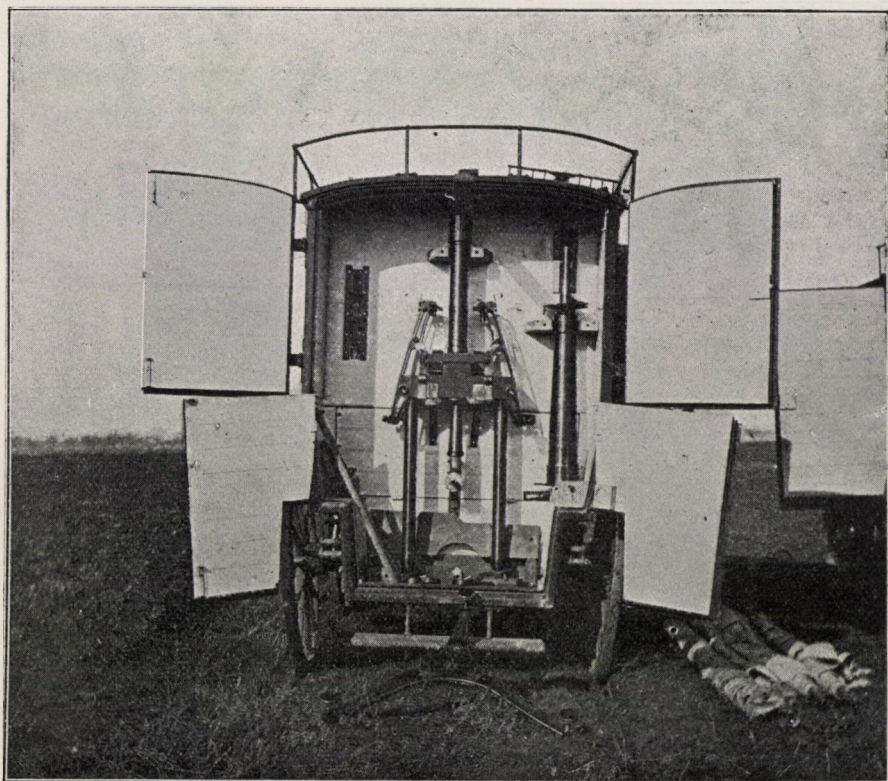
rendszeres hibák jutottak bele, a melyet egyezésüknél fogva reális eredménynek minősítettek.

Másik szempont, a melyből a gravitációs mérések és így az EÖTVÖS-féle eszközzel való megfigyelések fontosak, a *geofizikai szempont*. E vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy miként van egészében fölépítve a Föld felülete és a jelenlegi viszonyok részleteiből a multra, Földünk fejlődésére is következtethetünk. Az apálylyal és a dagálylyal kapcsolatos jelenségeket és több e körbe tartozó problémát említhetnék, de példaképpen csupán egyre óhajtom a figyelmet felhívni. Ez az izostázia elve, mely szerint Földünk felületén az igen nagy tömegek akként helyezkedtek el, mintha azok a környezetben úsznának. Az eddigi vizsgálatok szerint nagy hegységekre, továbbá magukra az egész kontinensekre nézve ezt kell föltennünk, kisebb hegyekre, kisebb tömegekre vonatkozólag azonban az izostázia nem érvényes. E kérdések vizsgálatánál eszközeink hasznos szolgálatot tehetnek.

Harmadik fontos szempont a *geodéziai*. A Föld alakjának megállapítása általános emberi érdek. E célból végzik a fokméréseket, a melyekkel úgyszólván egész világrészeket végigmérnek s ebből a Föld alakját levezetik. A fokméréseknek egészen az ókorba visszanyúló érdekes történetével nem foglalkozhatom. Legújabbán a Nemzetközi Földmérő Bizottság-nak irányítása mellett végzik ezeket a műveleteket, a melyeknek költségéhez a világ összes államai hozzájárulnak. Az egyre szaporodó fokmérések tanúsága szerint a Föld nem olyan egyszerű lapult gömb, mint azt régebben gondolták, alakja meglehetősen bonyolult. A fokmérések pontossága szempontjából fontos, hogy a végigmért területen a gravitációs zavarok ismeretesek és így számításba vehetők legyenek. Éppen e zavarok részletes vizsgálatát az EÖTVÖS-féle eszközzel végezhetjük. Maga a Nemzetközi Földmérő Bizottság ezeket a méréseket nagyon fontosnak ítélte, átírt a magyar kormányhoz, hogy azokat hathatósan támogassa és ez úton aránylag nagyobb területek részletes megvizsgálását lehetővé tegye. Ily módon részesültek és részesülnek folytatólag állandó állami támogatásban BARÓ EÖTVÖS LORÁND geofizikai mérései.

Gyakorlatilag legfontosabb a negyedik szempont, a *geológiai szempont*. Miként már kifejtettem, méréseink alapján következtetéseket vonhatunk a földalatti tömegek szerkezetére. Hasznosítható rétegeket találhatunk fel ilyen módon, mint a hogy pl. Erdélyben méréseink a sótesteket kitűnően kimutatják. Ezenkívül oly anyagokat is fölfedezhetünk, a melyek ugyan gravitációs szempontból közvetlenül nem nyilvánulnak, de bizonyos, már gravitációsan kimutatható rétegalakulattal függnek össze. Így adott esetekben vízre, olajra, földgázra is következtethetünk. Így pl. Budapest környékén a melegvízforrások lejtése egybeesik a dolomitréteg lejtésével, melyet eszközeinkkel lemérhetünk. Tehát módszerünkkel előre megmondhattuk volna,

hogy a városligeti artézi kútnál valószínűleg 900—1000 m mélységben érik el a vizet. Egbell környékén, a hol olajok után kutattak, méréseinkkel teljesen olyan alakulatot állapítottunk meg, mint a melyet a geológusok is meghatároztak. Erdélyben végzett méréseinkkel a rétegvonulatok legmagasabb és legmélyebb helyeit az antiklinálisokat és szinklinálisokat határoz-



11. kép. Műszerszállító kocs.

hatjuk meg, melyeknek ismerete a földgázfúrások telepítése szempontjából elsőrendű fontosságú. Ha a módszert ebben az irányban kifejlesztjük, egyre több gyakorlati eredményt várhatunk.

Végül az ötödik a *földrengéstani (szeizmológiai) szempont*. Legveszedelmesebbek a földrengések ott, a hol a Földnek ki nem egyensúlyozott vonalai, bizonyos törésvonalai, tektonikai vonalai vannak. Ha ily vidéken megrázkódik a Föld, akkor igen nagy elmozdulások, rétegcsumamlások jöhetnek létre. Eszközeinkkel éppen az ilyen földrengések szempontjából veszedelem alakulatokat kereshetjük ki. Utalok Kecskemét vidékére, a hol a földalatti geológiai alakulat a földrengésekkel kétségtelenül össze-

függ. Ha valamely nagyobb földrengés előtt és után végzett mérések ugyanazon a területen rendelkezésünkre állának, minden valószínűség szerint ezekből a nagyobb földalatti tömegelmozdulásokra következtethetnénk. Talán ily módon a vulkáni tömegeltolódásokat is észlelhetnők. Mintegy hasonlóképpen fölemlítem, hogy pl. a Duna partjától 100 méter távolságban



12. kép. Műszerszállító kocs, mellette a lakósátor.

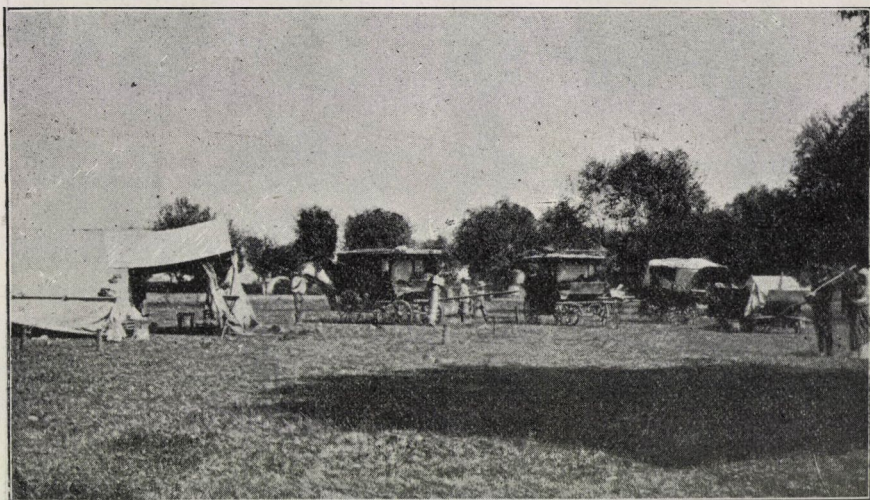
kellő érzékenységgű eszköz útján a víz szintváltozását annak gravitációnális hatása alapján jól észlelhetjük.

*

Talán sokakat érdekelni fog, hogy miként végezzük méréseinket a szabadban? Erre vonatkozólag csak a leglényegesebb dolgok közlésére szorítkozom.

Gravitációs eszközeink nagyok, úgy hogy szállításukra külön kocsik (11. és 12. kép) szükségesek. Az egyéb műszereket, sátrakat, felszerelési tárgyakat ugyancsak külön kocsikon (13. kép) szállítjuk. A gravitációs műszert, miként azt a 12. lapon kifejtettük, külön házikóban állítjuk fel, a hová azt a műszerkocsiból csupán három darabra szétszedve vitetjük el (14. kép). A gravitációs észlelések, a gyors hőmérsékletváltozások zavaró hatásának elkerülése céljából, éjjel történnek.

A megfigyeléseket a szükséges pontokon igen gyakran a lakott helyektől, községektől távol végezzük. Mindezek a körülmények szükségessé teszik, hogy valóságos expedíciós felszereléssel lássuk el magunkat, hogy így a lakott helyektől függetlenül, tekintet nélkül az idő viszontagságaira, tartózkodhassunk a szabadban (lásd a 15. és 16. képet). Czélszerű lakásról, lakósátrakról, kellő berendezésükről, világításukról, konyhafelszerelésről stb. kellett gondoskodnunk. Tekintve, hogy naponkint egy-egy új állomásra hurczolkodunk, mindezen berendezkedések megszerkesztésénél a főszempont az volt, hogy azok gyorsan és könnyen egybeállíthatók és lebonthatók legyenek. Saját tapasztalataink alapján ezek a berendezések egyre jobban tökéletesedtek.



13. kép. Az expedíciós telep kocsijai és lakósátra a megtelepedés után.

Sokszor kedvezőtlen fekvésű helyeken, süppedékes, árvizes területeken végeztük méréseinket s így arról is kellett gondoskodnunk, hogy az elénkbe gördülő akadályokat leküzdhessük. Repülőhíd, kocsiemelők és pallók segítségével nem egyszer sikerült ily helyeken átjutnunk. Természetesen felszerelési tárgyaink szaporodásával együtt járt, hogy kocsiparkunk is megnövekedett. A háború előtti években már két csoportban dolgozva, összesen 6 észlelő és 15 munkásember, illetve kocsis vett részt a mérésekben. Összesen 13 kocsi állott rendelkezésünkre, köztük a külön szerkesztett műszerkocsik, lakáskocsik, teherkocsik és személyszállító utazókocsik. Ezeket takarékoságból csupán 9 pár állandó lóval vontattuk. Most a háború alatt is folytatjuk méréseinket, de lényegesen megsűkített mederben. Kivételes esetekben, egész különleges körülmények között, alkalmas különleges felszereléssel is végez-

tünk méréseket, így a Balaton jegén (17. kép), a Bega-csatorna mentén stb. Méréseink kapcsán természetesen nem egyszer balesetekben, különböző kalandokban is volt részünk.

Méréseink legnagyobb részét a síkságon, az alföldön végeztük. Ez ugyanis a látható tömegek korrekciója szempontjából nagyon előnyös. Ugyancsak ez okból választottuk első nagybbszabású mérésünk teréül a Balaton sima jég hátát. A hegyes vidéken is vannak egyes részletes fölvéte-



14. kép. A műszert az észlelő házikóból a műszerkocsiba viszik.

leink, így pl. Erdélyben a Maros völgye mentén. Általában véve azonban eddigi méréseinkkel inkább egyes érdekes kisebb területeket iparkodtunk feldolgozni. Nagyobb részletes fölvételek végzéséhez nagyobb észlelőszemélyzetre s ezzel kapcsolatban nagyobb felszerelésre volna szükségünk. Talán a háború után erre is lesz alkalmunk!

* * *

Befejezésül még a külföld érdeklődéséről óhajtok néhány szót szólani.

A Nemzetközi Földmérő Bizottság 1906. évi budapesti értekezlete alkalmával a geodéták egy nagyobb társasága tekintette meg az akkor éppen

Arad vidékén folyó méréseket s azokat különös érdeklődéssel tanulmányozta.

Az elsők között a *németek* (a potsdami porosz kir. geodéziai intézet) rendezkedtek be az EÖTVÖS-féle gravitációs mérésekre. Eszközüket utasításaink szerint saját intézeti mechanikusukkal készítették. Később HECKER professzor a strassburgi szeizmológiai intézet részére ugyancsak Potsdamban



15. kép. Az expedíció lakósátra Arad környékén.

egy második eszközt készítettett. Ezekkel az eszközökkel eddig a laboratóriumban foglalkoztak, a szabadban való részletes méréseket pedig csak ez év folyamán kezdték meg és máris gyakorlati jelentőségű eredményre jutottak.

A *franciák* közül BRILLOUIN végzett méréseket a Simplon-alagútban az EÖTVÖS-féle eszközzel, melyet bizonyos módosítással maga készítettett.

Az *olaszok* közül a palermói egyetemen VENTURI professzor elméletileg, a páduai egyetemen pedig SOLER gyakorlatilag foglalkozott az EÖTVÖS-féle módszerrel. SOLER tanár a mérések tanulmányozására nálunk is járt és Nagykőrös körül méréseinkben részt is vett. Eszközüket SÜSS NÁNDOR

budapesti mechanikusnál rendelték meg, a ki a mi műszereinket is készítette. Pádva környékén már a szabadban méréseket is végeztek.

Az orosz katonai földrajzi intézettel ugyancsak tárgyalások folytak ily eszközök megrendelésére, a melyek azonban abba maradtak.

Az angolok a londoni The Science Museum részére SÜSS-nél EÖTVÖS-féle eszközt készíttettek.



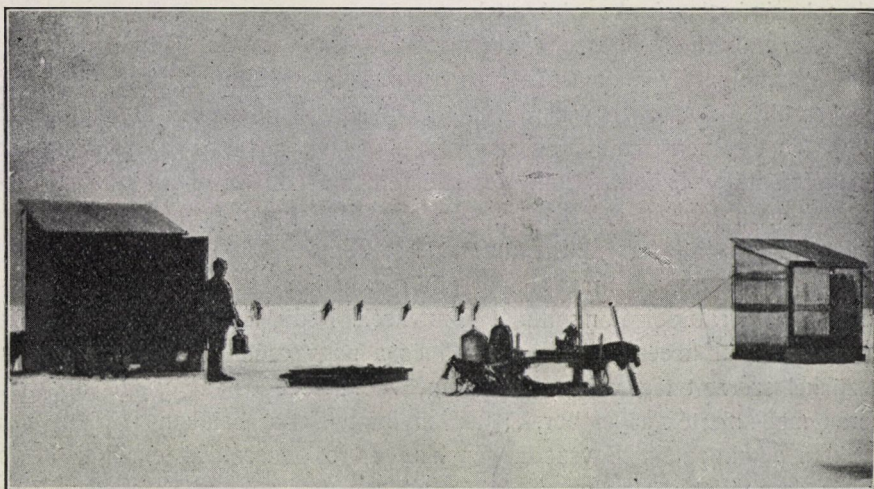
16. kép. Az expedíció észlelő házikója a tirolí hegyekben.

Az elsők között a *japánok* szintén SÜSS mechanikusnál rendelték meg eszközüket, a melylyel SINJO egyetemi tanár, a ki a mérési módszert nálunk gyakorlatilag is tanulmányozta, Tokio körül végez megfigyeléseket.

Nálunk kívülünk GORJANOVIČ-KRAMBERGER *horvát* geológus irányítása mellett GAVAZZI tanár végzett Horvátországban és Szlavóniában méréseket. Eszközüket ugyancsak SÜSS-nél csináltatták. Tekintve, hogy a hosszas

tapasztalatok alapján a műszerek gyakorlati aprólékos titkait jól ismerjük, az összes Budapesten készült eszközöket véglegesen mi hoztuk rendbe. Ugyancsak mi határoztuk meg mindig az eszközök azon állandóit, a melyek a számításoknál szükségesek.

A külföld és közöttük a németek eleintén hidegen fogadták a méréseket. Nem hitték, hogy szabadban észelve a szükséges nagy pontosságot és biztosságot elérhetjük. Miután azonban nagyobb észlelési sorozatok és a bennük mutatkozó rendszeresség kapcsán módjukban volt a mérések



17. kép. Lakó- és észlelőházikó a Balaton jegén végzett mérések alkalmával.

realitásáról meggyőződést szerezni, a módszer legbuzgóbb pártolóiá lettek. Így maga HELMERT berlini egyetemi tanár, a potsdami geodéziai intézet igazgatója, az Internationale Erdmessung elnöke, eleintén nem igen bizott e mérésekben, később pedig a legnagyobb elragadtatással nyilatkozott róluk. Így mikor 1915-ben ingamérések végzése céljából Potsdamban jártam, ismételten volt alkalmam HELMERT-tel ezekről a mérésekről beszélgetni, a mikor többek között a következőket mondotta: A felső geodézia két legcsodálatosabb eszközének tartom a libellát és az EÖTVÖS-féle eszközt, mert mind a kettő lényegében nagyon egyszerű és mégis okkal-móddal használva, általuk a Föld alakjára és felszínének szerkezetére vonatkozólag oly fontos és messzemenő következtetéseket vonhatunk.

Dr. Pekár Dezső.

Mechanika és kultúra.¹

A régi kultúrnépek hatása a mechanika fejlődésére. A mechanika története a művelődéstörténetnek egy része, ezért a mechanika történetét összhangzásba kell hozni a művelődéstörténettel. De ennek a feladatnak nehézségeit rögtön érezzük, ha például arra gondolunk, hogy olyan nagy műveltségű nép, mint az ókori egyiptomi, hogyan szállította a súlyos terheket nagyszerű építményeihez. A mechanika némi ismerete mellett aligha jártak volna el olyan észszerűtlenül, hogy hatalmas kötőmegeket az emberek sokaságával szánokon húztak.

Az emberi erő először mint nyomás, vagy húzás vált ismeretessé, mely valamely súly nyomásával, vagy húzásával mérhető is, vagy legalább megbecsülhető. Az az egyszerű és kezdetleges megismerés, hogy egyenlő irányú és egyszerre ható erők nagyobb hatásúak, továbbá a rabszolgaság feltalálása nagy és fontos haladást jelentett; nélküle az ókori kultúra eszményeit nem lehetett volna elérni. Az egyiptomiaknak és assziroknak volt kétkerekű kocsijuk királyaik számára, sőt négykerekű kocsijuk is kisebb terhek szállítására, de arra senki sem gondolt, hogy erős kerekek szerkesztésével a rabszolgák munkáját könnyítsék. Pedig a régi népek bizonyára ismerték a különbséget a kis gördülő és a nagy csúszó súrlódás között a kezükkel szerzett tapasztalatok alapján. A kereket és a csigát aránylag korán megismerték az emberek; az egyiptomiak a hajókon például már gyakran alkalmazták. Egyszerű gépekkel és csigasorokkal emelték föl a nehéz darabokat a templomok építésénél, a paloták és gúlák magasságáig. Valószínű, hogy az építkezéseknél dolgozó kézművesek és munkavezetők összegyűjtötték a legegyszerűbb tapasztalatokat, a görög-alexandriai tudósok pedig elrendezték és értelmezték ezeket.

Az *emelő* lépten-nyomon szinte önkéntelenül jut kezünkbe és érzetünk megtanít rá, hogy könnyebb a dolgunk, ha az emelő hosszabb karját fogjuk meg. Akármilyen nagy erőt kis erővel lehet legyőzni, hacsak ez a kis erő elég hosszú úton át működik. Ezt az elvet valószínűleg az egyiptomi építők ismerték föl és a görög mechanikusok általánosították minden esetre. Ilyen módon újabb elvet találtak, melynek segítségével az emberi erőt szélesebb körben, czélszerűbben és többféleképpen lehetett felhasználni.

Az asszirok és egyiptomiak hadi felszerelése más természetű tapasztalatokra is vezetett. A kő hajítása azt mutatja, hogy pillanatig ható erő a követ azzal a tehetséggel ruházza fel, hogy jelentékeny út megtétele után is kifejthet még erőt.

¹ E közlemény kihagyásokkal MACH ERNŐ tavaly (1916. februárius 19.-én) meghalt kiváló fizikus utolsó munkájának (Kultur und Mechanik; Stuttgart, W. Spemann, 1915) fordítása. Fordította: MENDE JENŐ.

A fegyvereket gyakran szerszámnak használták és fordítva. A bunkó akár buzogány volt, akár messze célra hajított parittyakő, akár kalapács, mindig egyformán csak a cél távolsága volt különböző. A közölt erő minden esetben a cél végén érvényesült.

A tapasztalatok kezdetben szűk körre szorítkoztak, de utóbb el kellett terjedniök. ARISTOTELES még azt hitte, hogy a test addig mozog, míg az erő tolja. Csak LEONARDO DA VINCI, BENEDETTI I. B. és GALILEI látták tisztán a viszonyokat és megalapították a mai dinamikát. GALILEI fölismerte, hogy a szabad esés egyenletesen gyorsuló mozgás, és megvetette alapját az eszményi mechanikának, a mely az ellenállásokat nem veszi figyelembe. A tétlenség elve tudatosan elhanyagolja az ellenállásokat. HUYGHENS, GALILEI meggondolásait a tömegek egész rendszerére kiterjesztette és szilárdabb alapra helyezte a mechanikát. NEWTON a távolba ható erőket vezette be és először tette érthetővé az égi jelenségeket. Kiválósága abban nyilvánult, hogy a gyorsulást, melyet GALILEI a szabad esésnél igazolt, az összes erők esetében meglevőnek vette föl. A „tömeggel“ egészen új fogalmat vezetett be, de ezt könnyebben megértették, mert a súly ismeretes fogalmához közel volt, sőt gyakran össze is tévesztették vele.

Mélyebbre ható mechanikai ismeretek természetesen csak állandó életmód mellett fejlődtek ki az építkezéssel és az iparral kapcsolatban. Így a földművelés az ázsiai és afrikai nagy folyók időszakos jelenségeihez igazodott, Mezopotámiában az Eufráthoz és Tigrishez, Egyiptomban a Nilushoz. Az öntözés szükségletei nagyban ösztönözték a mechanikai feltaláló tehetőséget. Assziriában és Egyiptomban vetőlapátokkal és emelőgépekkel szállították a vizet mélyebb helyről magasabban fekvő árokba, hogy a földéken eloszszák. A Kínából elterjedt vízikereket folyóvíz hajtotta. Kisebb kerék peremére a forgástengelyhez képest csavarvonalban üres bambuszcsöveket erősítettek. Ezek átlul vizet merítettek, felül pedig folyókába öntötték. Ennek a géptechnikának határozott, egyszerű célja volt, nevezetesen az volt a törekvése, hogy az emberi kéz munkáját utánozza, egyúttal megtöbbszörözze és így mintegy folytonos teljesítményt érjen el. A gyakorlati szükséglet a mechanikai szerkezetek számát nagyban növelte és különféle alakokra vezetett.

Sok ember szükségszerű együttműködése, különösen az építő- és hadiiparban, nagyon különféle mechanikai tapasztalatokra vezetett. Ezek hasonló körülmények között egymással megegyeztek, de eltérő viszonyok között gyakran ellenmondóknak látszottak. Tehát az egyszerű érzéki tapasztalatokat élénk érzéki képekkel kapcsolták össze, melyek a tapasztalatokat majd helyesen fejezték ki, majd pedig megtévesztők voltak. Miután a megfigyelők a képeket az egyes tapasztalatokhoz már hozzáidomították, a hivatásos gondolkodók, a szélesebb körű ismeretekkel rendelkező tudósok, elkezdtek az érzéki képeket, vagy helyesebben a fogalmakat egymással összeegyez-

tetni. Eddig rendesen csak a gondolkodók munkáját vizsgálták. De bármennyire értékeljük a tudósok munkáját, előbb mint alap és föltétel az egyszerű munkás és megfigyelő munkája szükséges.

Ezért most a mechanikai tevékenység ősi kezdetének idejéhez akarunk közelférközni és kutatni akarjuk azt az ösztönzést az életre és tevékenységre, a mely szükségletekre és a szükségletek kielégítésére alkalmas segédeszközökre vezetett.

A történelemelőtti találmányok. A mechanikai tapasztalás és megismerés kezdete. Mikor öregedni kezdünk és észreveszszük, hogy érzékeink lassanként gyengülnek, szívesen merülünk el a múltba. Élénken emlékezünk vissza kora gyermekségünk régen elmúlt napjaira, életünknek kezdetleges, de többnyire legderűsebb korszakára. Ha így visszatekintünk, csodálkozva látjuk, hogy egész későbbi életünk csak folytatása akkori viselkedésünknek: igyekszünk környezetünket megismerni, megérteni és így akaratunkat megvalósítani. Különösen akkor emlékszünk igen élénken saját fejlődésünk mozzanataira, ha etnografiai tárgyakat látunk: kezdetleges, szűkösen és elszigetelve élő népek eszközeit mint régi ismerőseinket köszöntjük. Egyszerre megértjük, hogyan fáradzott számtalan nemzedék abban a homályosan sejtett törekvésben, hogy jobban éljen. Néha az éghajlat és a talaj kissé kedvező volt, de általában olyan körülmények között éltek, melyeknek zordonságát nem is tudjuk felfogni.

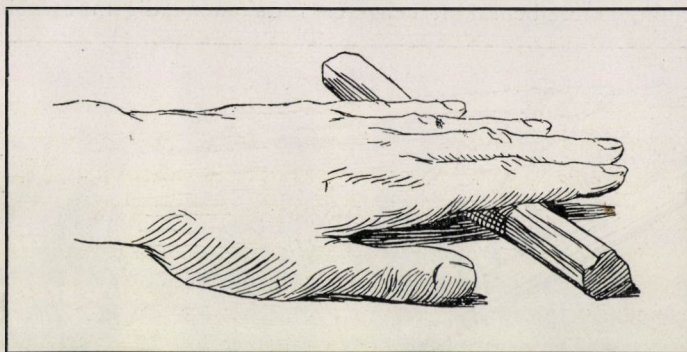
A „cölöpépítmény“, a „kő“- , „réz“- , „bronz“-korszak, a „vas“, mind olyan dolgok, a melyek az akkori életmódra és felfogásra rányomták bélyegüket. Némely eszközük, mint például a csavar, a kerék stb. olyan ősrégi és hatalmas méretű, hogy szinte hajlandók vagyunk, mint HUYGHENS, emberfölötti műveknek tekinteni őket. Keletkezésük nyomai rég elmosódtak.

Saját gyermekkorunk emlékeiben találjuk meg a hidat ehhez a világhoz. Fáradhatatlan ujjaink életünknek már abban a legkorábbi szakában, a meddig emlékezetünk terjed, sok újat tártak fel és sokféle vállalkozásra birtak. Például a forgács simítása a rostok irányában és ellenében, vagy mikor a hasadás lassan és halk recsegéssel engedett, mindez mélyen megmaradt emlékezetünkben, közben pedig egyik kép a másikból alakult. Ezek a benyomások, a melyeket teljesen mások hozzájárulása nélkül, közvetlenül szereztünk, legsajátosabb személyes tapasztalataink lesznek, általuk összeforunk környezetünkkel, együttérzünk az anyaggal és bizonyos értelemben előre látunk. Ez alapvető az egész későbbi fejlődésre, mert csakhamar bizonyos feltaláló és egyúttal kombináló tevékenység kezdődik.

Az öröklésnek eléggé nem méltányolható szerepe van a legközelebbi környezet átalakításában és bevonásában is. Éppen úgy, ahogy az éghajlati és egyéb viszonyok hatással vannak a testi kialakulásra, éppen úgy ugyan ezek a viszonyok óriási idő alatt hatással voltak az egyes tevékenységek

keletkezésére és továbbfejlődésére. Utóbb ezt a tevékenységet öröklés folytán újabb nemzedékek átvették, fejlesztették, majd a környezetben elterjedt s csakhamar fegyverek és szerszámok készítésében nyilvánult. Mikor a tűzkövet szétütötték, hogy éles darabokat kapjanak, egy-egy erős, különösen kézbeillő darabot előnyben részesítettek, megszokásból használták, végül megőrizték. Így keletkezhetett a kalapács feje, melyből a tűzszerszámok formálásának gondolata fakadt.

A bot végére erősített követ nehezebbnek érezzük, az ütés vele súlyosabb, pusztítóbb. Az eldobott követ biztosan lehet irányítani a hozzákötött nyél segítségével. Ez a történelemelőtti kalapácsot mint fegyvert és mint szerszámot egyaránt értékesé tette. Csak később szorították a nyelet a kalapács átfúrt fejébe. A körben forgatott, vagy farúgóval elhajított messzire repülő



1. rajz. A kézzel „hengerelt” fadarabka.

kövek, a végtelenül fontos íjj: mind egyszerre tűntek föl s együtt és egymásból fejlődtek.

Az emelő és az ék a munkálkodó embernek úgyszólván mindig a keze ügyébe került, úgy hogy az emelő használata, a fa megmunkálása éles tűzkővel, a tűzkő-ék beverése fába könnyen megérthető.

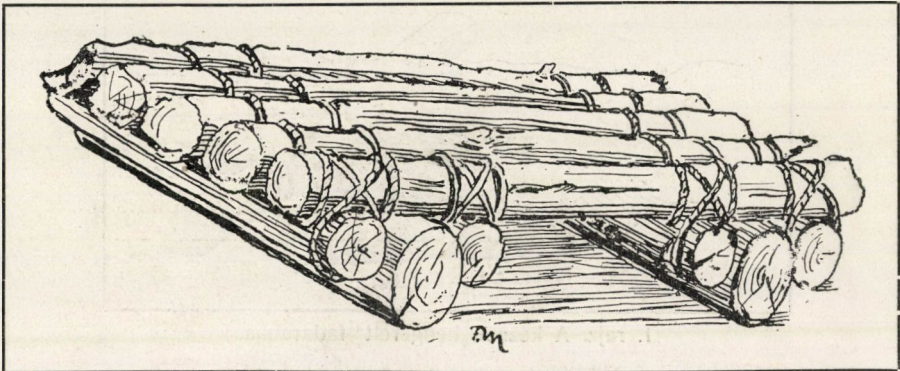
A felszínen található, jól alakítható agyag mindig nagyon ösztönző lehetett. A kézzel gyúrt agyagszalagok összeragasztásából elég tökéletes, nem túlságosan nehéz és nagy űrtartalmú edények keletkezhettek. A csészék eleinte talán az ember markát pótolták az ivásnál, vagy a homorú kőtörésekben összegyülemelő víz ösztönözte az embert edények készítésére. A véletlen sokszor vezethetett az agyagedények égetésének gondolatára.

A „kényelem”, vagyis az a szükséglet, hogy fáradságot megtakarítsanak és kevesebbet vesződjenek, már a legrégebbi korban szintén jelentékeny tényező lehetett a találmányoknál és a haladásnál. Így keletkezhetett a kosár a terhek könnyebb vitelére és sok más házi eszköz.

A gördülés érzete (1. rajz) őseinket arra indíthatta, hogy a talaj okozta

nehézségeket hengeres fadarabok lerakásával hárítsák el. Fatörzsnek korhadtt, tehát lyukas része, továbbá átfúrt kő a történelemelőtti tolokocsinak kereke lehetett. Textilanyagok sodrása és fonása mindig tevékenységre ösztönöz, állandó élvezet is, fényűzést kelt és elégít ki s bizonyára másféle munkára is adott alkalmat. Különböző anyagoknak összefonása és kötése által talán jobb, céljuknak inkább megfelelő készülékek (2. rajz) támadtak és a kezdetleges eszközök művészebbek és erősebbek lehettek. Az eszkimók régi szánján láthatjuk, mit lehet néhány csonttal és bélhúrral elérni; bámulatos, hogy a mechanika elveinek mennyire megfelelően, mekkora szakértelemmel, az anyagnak és a részleteknek mekkora ismeretével építenek mindent ezek a kezdetleges míveltségű emberek.

A czölöpépítményeknél őseink a nagy fedőlapot valószínűleg csekély hajlású lejtőn, keresztbe rakott hengeres rúdakon mindig magasabbra tolták,



2. rajz. Gördülő szántalp.

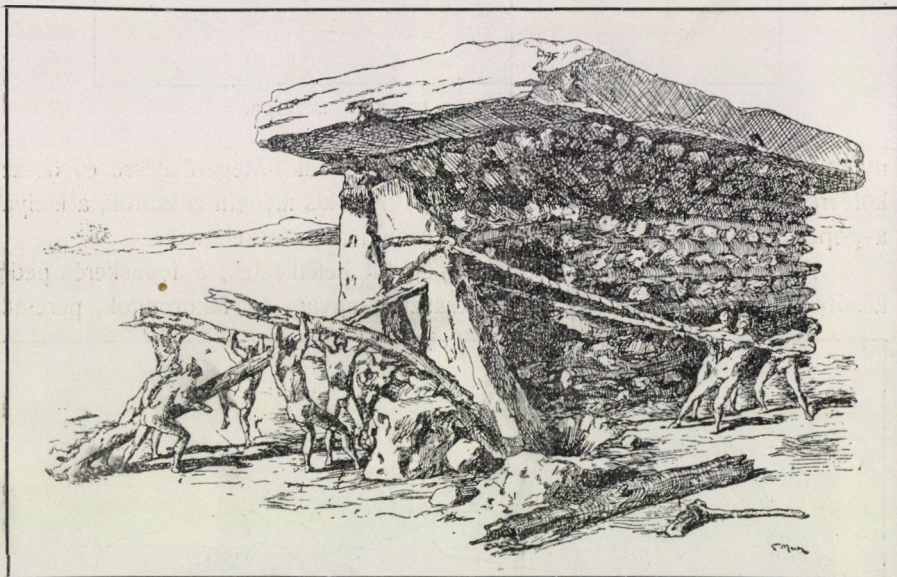
míg végül farakás tetejére fektették (3. rajz). A támasztó kőoszlopokat emelőkkel felállították és talán kissé a talajba ásták. Mikor néhány gerendát elégettek, a nagy fedőlap súlyával a kőoszlopokra nehezedett és a talajba nyomta őket.

Forgástesteknek, mint pl. gömbölyű ágaknak hengerelése bizonyára a kezdetleges korok játékaik közé tartozott. Ha a forgó test felé élt tartottak, forgácsot kapartak le, ha pedig ezt folytatták, akkor henger keletkezett, tökéletesebb, mint kézzel faragva. Így rájutottak a legfontosabb szerszámmra, az esztergára. A Keleten részben ma is használt esztergapad (4. rajz) rendkívül egyszerű és ezért az ősi alak lehet. A munkás a megmunkálandó fadarabot két csúcs közé szorítja, szíjat vet át rajta, a szíjat ívvel kifeszíti (mint a tűzfúrónál, 10. rajz) és az ív ide-oda tolásával a fadarabot forgatja, jobb kezében pedig a vésőt tartja.

Az ujjak végének és a körmöknek rendkívül nagy érzékenysége a mechanikai munkánál nagy szerepet vitt. Ha meggondoljuk, hogy ez a

finom érzék akaratlanul sokat közöl velünk, akkor a meglehetősen bonyolult csavar feltalálását, helyesebben keletkezését kissé más megvilágításban látjuk.

A növényi fonal és a bélhúr évezredek óta használt tárgy, belőlük pedig csavart lehet készíteni. Hiszen legkorábbi gyermekségünkben játék közben ujjainkkal készítettünk csavart (5. rajz). Így fölismertük, hogy forgatással nyomást lehet elérni. Fogjunk balkezünkbe hengeres ágat, vagy pálczikát (6. rajz), támaszszuk alá jobbkezünk hüvelykujjával, akkor a jobbsunkban levő metsző szerszám éppen kényelmes eljárásnál tisztán anatómiai okok folytán a pálczika tengelyével szöget zár be. Ha a pálczát forgatjuk, a kés csavarvonalat vés bele. Ha a kés síkját átfektetjük, akkor V-alakú

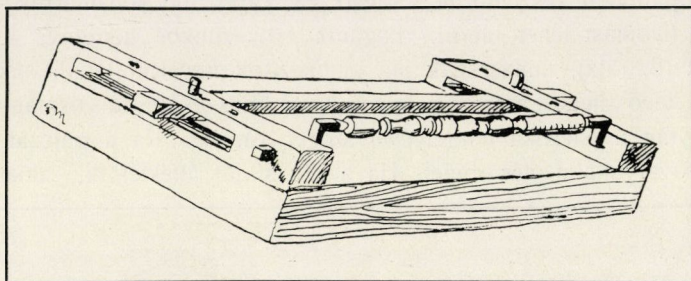


3. rajz. A czölöpök felállítása.

mélyedést vágunk. De sokkal nehezebb a csavartok készítése. Ha kezünkkel fonjuk a csavart szálabból, akkor az egyik köröm a tok. Ezt csakhamar a pálcza köré csavart kötél váltotta fel. Üres fatömb, a melybe oldalról a csavarmenetbe nyúló fadarabokat vertek (7. rajz), továbbá az orsót egészen körülvevő, teljes tokká keményedett agyagdarab a további lépések lehettek.

Később, mikor a rézből, az aranyból és a bronzból pléhet és drótot készítettek, körülcsavarás és elfordítás által csavarok keletkeztek (8. rajz). A csúcsban végződő csavar, a mely az anyagba benyomul, a fúróra vezethetett. Az egyiptomiak a fáráók korában még nem ismerték a csavart, az asszír rajzokban sincs nyoma. Még a görögöknél és rómaiaknál sem volt szerepe, egészen háttérbe szorult. A borsajtolót ábrázoló pompéji falfestményeken a csavarok csúcsban végződnek. A keskenyebb véggel valószínű-

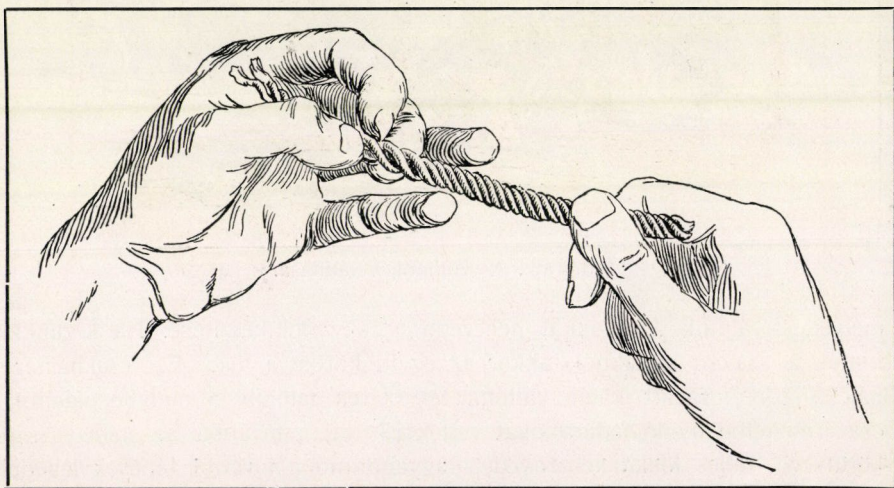
leg a tok alakját adták meg, majd pedig kampóalakú szerszámmal dolgozták ki a tokot. A sajtolók készítésénél tehát a csavar egyúttal a tok meneteit is kifúrta. Ez a fáradságos készítmód megakadályozta a csavar elterjedését, mert túlságosan költséges volt. Még a középkori csavarok is



4. rajz. A Keleten használt eszterga.

nyers, esetlen, kézzel faragott részei a sajtolóknak. Megerősítésre és összekötésre úgyszólván csak az éket használták. A kis menetű csavarok, a melyek a gépek szerkesztését lehetővé tették, csak legújabb keletűek.

A kerék és a csiga valószínűleg együtt keletkeztek, a fogaskerék pedig későbbi eredetű lehet. Festett, átlukasztott agyag- és fakorongok, peremü-

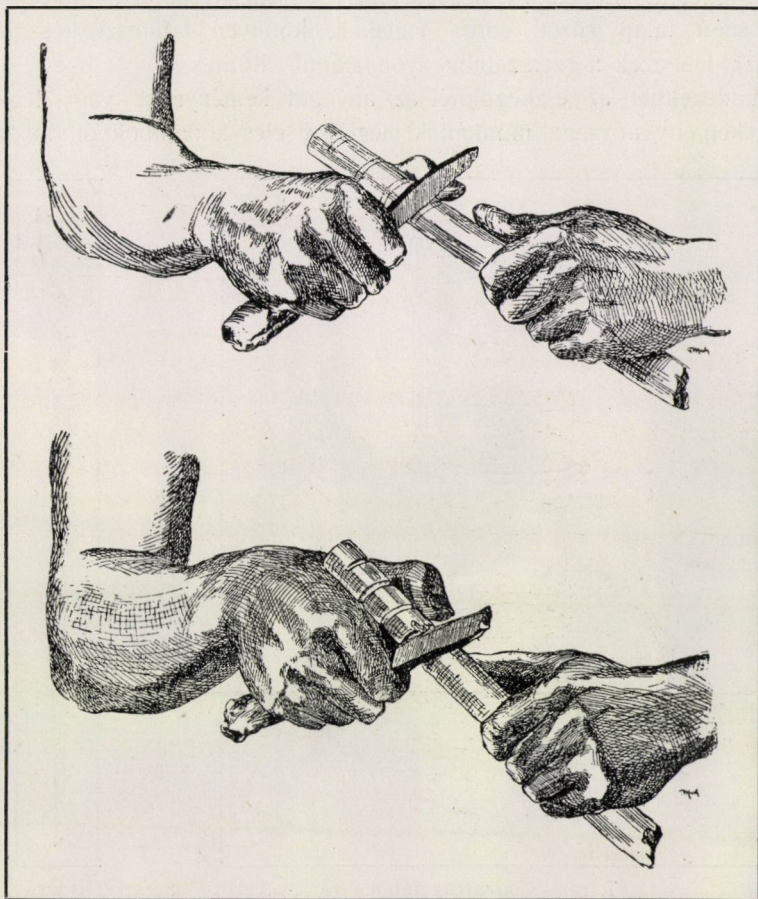


5. rajz. Fonálból készült csavarorsó, melynek tokja a köröm.

kön gyakran kövecskékkel kirakva, játék közben a fogaskerék gondolatát ébreszthették föl, azonban tudatos készítését csak a Keletnek sokkal későbbi, de még mindig ősrégi vízmerő művészetére és a malmokra vezethetjük vissza.

A legfontosabb és legösztönzőbb szerszám, a melynek a művelődés-

történetben igen nagy szerepe volt, a tűzfúró. De a tűz megtartásának művészete biztosan régebb eredetű, mint akármilyen tűzszerszám. A faliszt, a mely a tűz elszállítására igen alkalmas, előállítása közben dörzsölés következtében egyszer tüzet foghatott. A kova széttörésénél kiugró szikra



6. rajz. A csavarorsó keletkezése.

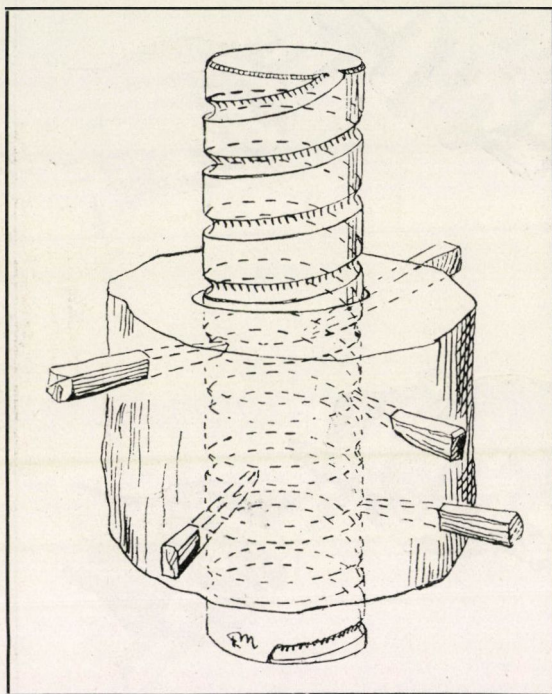
fűrészport, vagy hasonló anyagot meggyujthatott és így a kővel előállított tűz technikájára vezetett.

A tűz keltésének módja természetesen lényegesen függ a kéznél levő anyagoktól. Az ívvel és nyíllal rendelkező népek vagy az ívet fogták be kétoldalt és ide-odaforogtatással keltették a tüzet, mint a gaucoszok a dél-amerikai pampákon (9. rajz), vagy pedig nyíltöredéket dörzsöltek gyulékony anyaghoz. Ha a tűzfúrót hajtószíjjal forgatták (10. rajz), jelentékenyen megkönnyítették a munkát.

A tűzfúró volt egyúttal a kőkorszakbeli fúrószerszám. A Déli-tenger szigetein ma is lehet találni olyan eszközöket, a melyeknek alsó végén kő (hegyikristály) van. A kagylókat fúrják át vele ékszerek számára.

Kőszilánkokkal kirakott, még zöld vessző, vagy hasonló pálczika kőfűrész lehetett. Éppen így hegyes, nagyobb tűzkövekből, a melyeket két összeerősített falap között sorba foglaltak, könnyen fafűrész készíthettek (11. rajz). De ezek a szerszámok nyomtalanul eltűntek.

Mindezeknél az eszközöknél az anyagot keményebb, vagy legalább egyenlő kemény anyaggal munkálták meg. Így éles kődarabokból, ha lapos,



7. rajz. Csavartok fából.



8. rajz. Díszcsavar tűn.

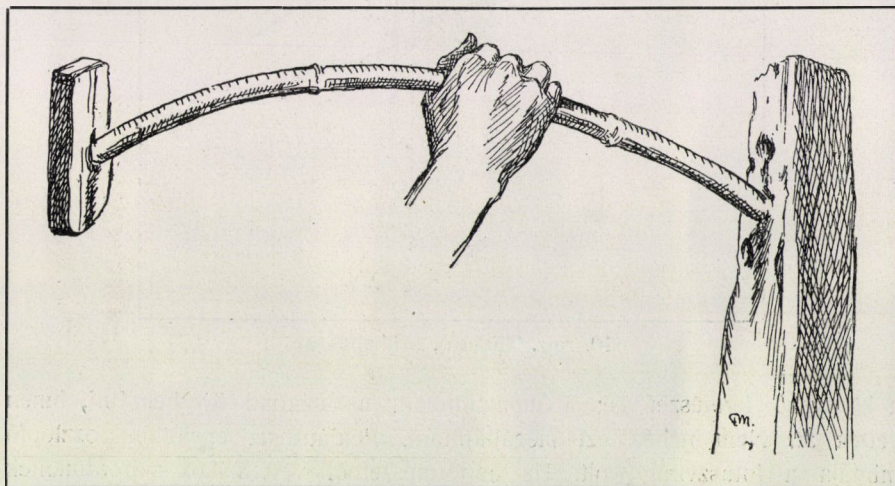
friss fába nyomták, nagyon jó reszelőt készíthettek. Sokszor a természetben lehet ilyen szerszámokat találni. Ilyen pl. némely czápafajnak kovasavas vegyületekből álló kemény részeket tartalmazó bőre. A kőszőrűkőnek általában használt homokkő is ide tartozik.

A gyalú és a reszelő az éllel való kaparásból fejlődött. Kézi kaparók ezek, a melyek állandó szög alatt hajlanak a felülethez. Csak később lett a gyalúból forgácsot metsző szerszám.

Jóval az üvegolvasztás művészete előtt ismerhették a nagyító üveget a hegyikristály domború kagylós töredékeiből vagy hasonló alakú borostyán-

ból. PLINIUS írja, hogy NERO a gladiátorok birkózását smaragdon át nézte. Az az állítás, hogy a kínaiak a szemüveggel 1650 körül ismerkedtek meg a jezsuiták útján, tarthatatlan. A hegyikristály sokkal előbb alkalmat adhatott homorú és domború üvegek készítésére.

Majdnem minden szerszám leszármaztatható valamilyen nagyon egyszerű alakból. Így az összevarrt bőrt zsáknak, víztartónak, vagy fújtatónak lehet használni. A kezdetlegestől a tökéleteshez sokszor csak egy lépés vezet. A különböző éghajlatok és életviszonyok szükségleteket keltettek, ezek pedig később fejlett technikai ágakat teremtettek, így az eszkimók szánját, Újzélandban a bumerangot, a pampák lassóját, az újzélandiak kagylós eszközeit, a vízikereket és sok mást.

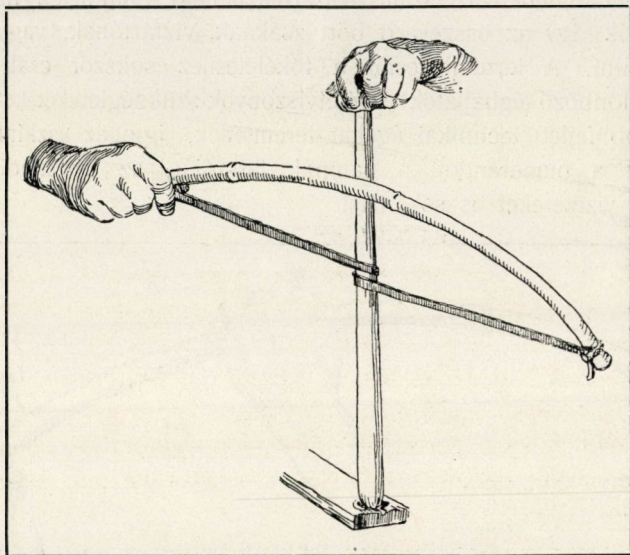


9. rajz. A gaucoszok tűzkeltője.

Mikor az eszközöket javították, egyúttal kezelésük is jobb és ügyesebb lett s ezt a nemzedékek egymástól átvették. A jobbat, mert kényelmesebb, mindig megbecsülték és az elviselhetőbb életviszonyok között a szükségletek a fényűzésig fokozódtak, ha mindjárt szerény keretek között is. Az óperui gyűjteményben, a melyet az inkák előtti korból állítottak össze, a fényűzés és kényelem biztosítására való eszközök egész sorát látjuk. Vannak itt csévék és orsók, finoman kidolgozott szövőeszközök, idegenszerűen, de megnyerően mintázott szövetek, melyeknek színeit évezredek sem tudták egészen elmosni, gyönyörű, többszínű agyagedények alakokkal és szálalábúakhoz hasonló állatokkal díszítve.

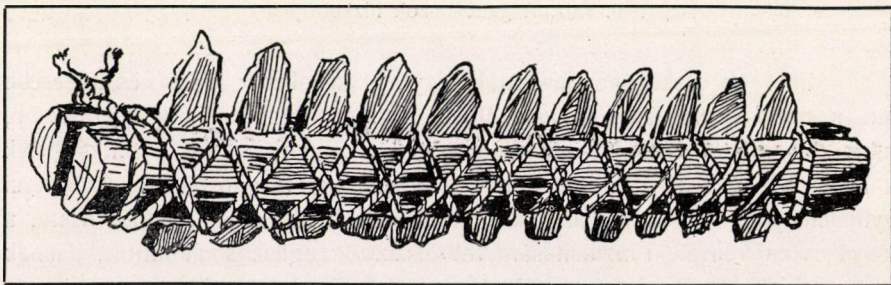
Akármilyen egyszerűek maradtak elvben az eszközök, mégis fáradhatatlanul dolgoztak javításukon. De a továbbfejlődésnél legfontosabb tényező a kézbeillőség és a szerszámok vezetésének egyszerűsége maradt. Az egy-

szerű kézművességből természetesen virtuozitás fejlődött. A könnyű kezelhetőség, a melyre a fegyverek és szerszámok készítésénél hosszú tapasztalat alapján törekedtek, egyszerű alakot és így szépséget és később diszítést eredményezett. A diszítést nemcsak a meglevő anyag határozta meg, hanem



10. rajz. Tűzfúró, szíjhajtással.

a környező természet is; a motívumokat, ha szabad így beszélni, innen vették át. Nem nehéz ezt megállapítani. Például az egyiptomi oszlopfő mintája a lotuszvirág volt. Ha a természetből vett alakok már átmentek



11. rajz. Tűzkövekből készített fűrész.

a nép életébe, akkor vándorlás közben más országokba, más törzsekhez juthattak. A pompéji diszítést részint a görögből, részint az asszíról és egyiptomiból lehet származtatni, viszont a legrégibb olasz festészet gyökere Pompejiben van. A folytonosság sohasem szakadt meg.

Bár ismerjük a Kelet finom selyemszövegeteit, a kínai porcellánt, de a

szerszámok és eljárások örökké rejtve maradnak előttünk. Felvilágosítást erről a rég letűnt világról csak a kísérleti etnográfia adhat, ha nem annyira a régészeti eljárás szerint a leleteket őrzi meg, hanem inkább kísérleti úton előállításuk módját igyekszik kutatni és így a munkának és technikának letűnt világát deríti ki. Őseinket nem háborúikból ismerjük meg, hiszen ezeket nem egyszer a hatalmasok kényszerítették rájuk, hanem azokból az értékekből, a melyeket napi munkájukkal teremtettek, és még inkább munkájuk módjából.

A kísérleti etnográfiának igen fontos segédeszköze lenne, ha elszigetelt, környezetükből már kezdetben kivont és lehetőleg magukra hagyott gyermekeket figyelnének meg. Ez éppen úgy, mint saját gyermekkorunk emléke, a messze multba vezetne.

A számtalan évezredre eloszló mechanikai természetű találmányok természetesen a tapasztalatnak csak kis körét teszik s megfigyelésekből eredő másféle találmányokkal és eljárásokkal kapcsolódnak össze.

Ki lehet mutatni, hogy a kőkorszakban ismerték a különbséget a többféle helyről származó tűzkövek között, továbbá megkülönböztették a régi és friss törésű tűzköveket. Észak-Amerikában igen kiterjedt kereskedelmet folytattak félig kész árukkal, éppen így Spanyolországban, sőt valószínű, hogy a jó tűzkövek miatt becsült országokért harcoltak is, mint később a só és tájték megszerzéséért.

A legműveletlenebb természeti népek is tudják az állati bőrt ruházat céljára kicserezni és díszíteni. Sok évezred alatt az erre vonatkozó megfigyelések és tapasztalatok száma rendkívül gyarapodott, különösen ha a hagyomány és a némileg állandó lakóhely az eddigi ismereteket megtartotta. Ma már széleskörű kísérleti vizsgálatok nélkül aligha lehet kideríteni, milyen módon készítettek a nyersanyagokból használati tárgyakat.

A használati tárgyak készítésénél a legfontosabb kiindulópont bizonyára a tűz volt, mert hatásai rendkívül lekötik a figyelmet és olyan eredményekre vezetnek, a melyeknél a kéznek csak másodrendű szerepe van. A tűz fölé tartott nedves fa párolog és könnyen hajlítható állandó alakra, az agyag megszilárdul, az égetett mész hőben hőt fejleszt és alkalomadtán véredvvel egyesülve mesés keménységű és szilárdságú ragasztó anyagot alkot. A napfénynek aszaló, de egyúttal konzerváló hatása, a kő és a tengerisó konzerváló hatása, továbbá a timsó cserző, összehúzóképesége valószínűleg beláthatatlan idő óta ismeretes volt. A tűzrakás után visszamaradó hamu kilúgozásával és utólagos bepárolgatásával keletkező hamuzsirt és ennek zsirolódó tulajdonságát bizonyára nagyon régen észlelték az emberek. A marólúg előállítására hamuból és mészből valószínűleg csak később véletlenül jöttek rá az emberek.

Bizonyára a legrégebb időben is gyűjtöttek az emberek gyümölcsöket és más élelmiszereket a zordabb évszakra és észrevették az idő okozta változást az ízben és külsőben. Éppen így valószínűleg nagyon korán ész-

lették az édes nedvek alkoholos és eczetes erjedését, a mi különböző italok és az eczet készítésére vezetett.

A fejlődésre irányító és döntő volt az éghajlaton kívül az, hogy a talaj milyen anyagokat szolgáltat. Az afrikai tavakban óriási mennyiségben lévő természetes nátriumkarbonátot a környéken élők biztosan felhasználták. A felszínen lévő széntelepek, naftaforrások, sóbányák, tavak, mérhetetlen erdők, vulkánok rányomták bélyegüket a körülöttük fejlődő életre.

A technikai chemia legfontosabb eszközének a tüzet kell tekintenünk. Évezredek óta külön-külön figyelték, milyen változásokat okoz, míg a véletlenül szerzett megfigyeléseket fokozatosan alkalmazni kezdték.

A mindenütt meglévő agyag bizonyára ösztönözte az embereket, hogy lakásra alkalmas üregeket építsenek, majd kunyhókat, a melyek kiszáradva némileg tartósak voltak, ha kiugró levél- vagy nádtetővel fedték be. Ezzel együtt lassanként mesterségesen előkészített építőköveket, téglákat kezdtek készíteni. Ez kevés megmunkálást kíván és a legműveletlenebb népeknél is föllelhető. A téglaegetés és fazekasság ősrégi lehet, mert ez a mesterség a tűzhely közelében fejlődött ki. A cölöpépítmények mellett talált töredékhalmozatokból sejthetjük, hogy nemcsak személyes szükségletükre készítettek edényeket, hanem helyenként gyárszerűen is előállítottak edényeket. A Nilus iszapjában talált agyagtöredékeket, a mennyire a följük rakódott iszaprétegből következtetni lehet, több mint 13000 évvel ezelőtt égethették. A zománcz, vagyis az edények bevonása üvegszerű réteggel, hogy a víz át ne szívárogyon rajtuk, sokkal bonyolultabb és valószínűleg későbbi eredetű. Olyan néptörzsek találhatták föl, a melyek különösen kedvező helyi viszonyok között éltek. Ezt bizonyítja az a körülmény, hogy a Déli-tenger némely törzse edényeit gyantával itatja át, hogy a víz át ne üssön rajtuk. Régi edények leheletszerűen vékony zománczából azt sejtjük, hogy tiszta vagy konyhasóval kevert boraxból készítették, olyanformán, hogy a bórsavat belőle elpárologtatták.

A porcellán csak finomítása és fejlesztése az agyag-technikának, mert a kaolin tiszta agyag. A zománczozásnál használt földpát magas hőmérsékleten homályos üveggé olvad. Föltehetjük, hogy megolvadt üveg sokszor keletkezett véletlenül, természetesen ott, a hol a viszonyok erre kedvezőek voltak, ezért eredetének helyét is a Földközi-tenger keleti partján kell keresnünk, mert az itt élő népek, egyiptomiak, föníciaiak stb., a legrégebbi korban üztek olyan ipart, fazekasságot, kohászatot, a mely magas hőmérsékletet kíván, és ezek a munkálatok szükségképpen rávezették az embereket az üveg feltalálására.

De az üvegipar olyan régi, hogy bajosan fogjuk tudni fejlődésének menetét biztosan megállapítani. Az a körülbelül 10 cm magas, zöldes, átlátszó üvegből készült edény, rajta oroszlánt ábrázoló domborművel, a

melyet LAYARD Ninive romjai között talált, valószínűleg csak Kr. e. 1100 óta van a Földben, ellenben ismerünk üvegedényt a Kr. e. 17. századból, melynek fehér, világos- és sötétkék díszítésében THUTMOSIS fáraó gyűrűjét találjuk. Theba és Beni Hasszán szobrain, a melyeket Kr. e. 2400 körül emeltek, az üvegfúvás művészetének ábrázolását találjuk. Az itteni leletekből kitűnik, hogy az egyiptomiak ismerték az üveg csiszolását és metszését, művészies festését és a drágakövek utánzását.

A fémeket olyan korán kezdték használni, hogy a leletek korát csak megközelítően lehet megbecsülni. A kohászat azokból a változásokból indult ki, a melyeket az ásványok a tűzben szenvednek. A tűz segítségével a legrégebb művelt nemzetek, a melyek Egyiptomban, Kis- és Nagyásiában, Amerikában és Afrikában éltek, a használt fémeket úgy, mint mi, érczeikből kiolvasztották. Mert nemcsak a tisztán található aranyat és a könnyen előállítható ezüstöt ismerték a legrégebb korban, hanem a rezet, ónt, ólmot és talán csak utánuk a vasat is feldolgozták.

A fémek hatalmas tényezői a művelődésnek, de másrészt bányászásuk a maga különleges követelményeivel legnagyobb ösztönzője volt a mechanikai tehetségeknek. Gépek, nagyszerű vízikerekek, szivók és más ilyen eszközök legnagyobb részét a bányászat és kohászat szükségleteinek köszönik keletkezésüket.

Technikai fontosságban legközelebb van a vashoz és ötvényeinek nagy számával felül is mulja a vasat a réz. Tiszta állapotban ritkán fordul elő, de egyszerű eljárással előállítható. A művelődésnek egyiptomi és görög gyűjtőpontjaiban a rezen kívül vasat és aczelt is használtak, ellenben a mexikóiak és peruiak — általában az amerikaiak Amerika fölfedezése előtt — utolsó példái annak, hogyan lehet egyedül rézzel boldogulni. A legmesszebb északra levő vidékek, a hol tiszta rezet lehet találni, mint pl. Szibéria, a meglevő fémmel voltak kénytelenek megelégedni. Az ón feltalálása nem okozhatott nagy nehézséget, mert dioxidja, az ónkő (kassziterit), bizonyosan föltűnt nagy súlyával és szép kristályaival. Ha ónkő véletlenül faszén tüze fölé került, ez már elég volt a fém előállítására. Az ólom egyike a legrégebben ismert fémeknek. Az ólomérczeknek sokat ígérő külseje és a fém könnyű előállítása eléggé megmagyarázzák ezt. Derbigshire-ben és más helyeken kőből épített ólomkohó maradványát találták. A kohót észszerűen a nyugati hegyoldalon építették, hogy a szelet egyúttal mint ventillátort is felhasználhassák. Sőt utóbb vízikerekkel hajtott fújtatókat is használtak. Az ólomoxid alkalmazása máz készítésénél a fazekasmunkákban ismeretes volt.

A nemesfémek legrégebb] forrása India lehetett. KRÖZUS aranykincsei állítólag Kisásiából származtak. Az arany előállítása egyszerű, ha mindjárt fáradságos is. De ha szilárd érczből akarjuk előállítani, akkor az eljárás bonyolultabb. Legtöbbnyire ezüsttel ötvözve használták. Ha az ezüst több

volt az ötvény harmadrészénél, akkor electrum-nak hívták. Az egyiptomi királyok ezüstjüköt Nubiából és Aethiopiából szerezték be. A rómaiak és a fönicziaiak rengeteg mennyiséget hurczoltak el Spanyolországból. DIODORUS szerint erdőégések idején a megolvadt ezüst patakokban ömlött le a Pyre-naeusokból!

A fémek feltárással együtt fejlődtek a mechanikai tulajdonságaikra és feldolgozásuk módjaira, főleg pedig az ötvényekre vonatkozó tapasztalati ismeretek. A tűzálló arany és ezüst könnyű alakíthatósága arra ösztönözte az embereket, hogy fémdarabokat, pikkelyeket és lemezeket két csiszolt kő között lemezekké, rudakká és drótokká forrasztanak. A legrégebb leletekben sűrűn találtak olyan drótokat, a melyeket kézzel kikalapáltak és nyújtottak, azután kőlapok között hengereltek, végül pedig még csavartak, hogy erősebbek legyenek.

Az ötvények készítése ősrégi. Bizonyos, hogy a nagyon sokféle, részben előnyös fémkombináció egészen terv nélkül készült és egyszerűen meg lehet magyarázni a használt érczekből és az előállítás módjából. Legfontosabbak a rézötvények ónnal, a „bronzok“ mindenféle fajtái, a kemény, ma is nélkülözhetetlen és általában használt összetételtől kezdve a csillogó töredékekre széteső legrégebb tükörfémig. Az aczéllal ellentétben a hideg vízbe dobott izzó bronz megpuhul, elveszti merevségét és kalapálva tömött és egynemű szerkezetűvé válik. Különféle leletek bizonyítják, hogy ezeket a módszereket szakértelemmel, sőt nagyfokú ügyességgel alkalmazták. Sárgarézből készült régiségeknek nem vagyunk híján, főleg az érmek között. TRAJANUS császárnak ilyen érmét 110-ben Kr. e. verték.

Az összes fémek legfontosabbika, a vas, tiszta állapotban éppen olyan ritka, a mennyire elterjedtek érczei. A vasérczek gyakran olyan tiszták, hogy a kiolvasztás sokkal kevesebb ügyességet kíván, mint a bronzok készítése. Bár egyes népek nagyon korán használtak vasat, mégis bizonyos, hogy a bronzkorszak minden népnél megelőzte a vaskorszakot. Azt, hogy mikor és hol állítottak elő vasat nagyobb mennyiségben, nem tudjuk. Úgy látszik, hogy HOMEROS idejében ritka és nagy becsben lévő anyag volt, mert a hadi játékoknál egy darab vas nagyon kedvelt jutalomdíj volt. VULKANUS egyszemű ciklopszai kovácsok voltak és úgy hatottak a régiek képzeletére, mint a mai nagy kohó reánk. Ha igaz, hogy a találmányok ott szoktak keletkezni, a hol a viszonyok a legkedvezőbbek és a nehézségek a legkisebbek, akkor a vas feldolgozásának technikai kifejlődését tekintve, Afrikára kell gondolnunk. Itt az életmód évezredekken át alig változott, kovácsműhely és jó vasmunka mindenfelé van, Szudánban pedig az utazók leírása szerint könnyen olvasható vasérczeket nagy mennyiségben lehet találni. A későbbi görög korban a Fekete-tenger mellett élő chalybok híresek voltak kemény vasukról, a melyet állítólag a folyók vastartalmú homokjából

szereztek. Az indiai és az Elbaszigetről származó vas nagybecsű volt, a stájer vasat pedig már jóval Kr. e. sokra tartották. Az északi népek hőskölteményei és mondái, a melyek csodálatos kardokról, fegyverekről és fegyverkovácsokról szólnak, azt bizonyítják, hogy az északi népek a görögöktől és rómaiaktól függetlenül vasat előállítottak és feldolgoztak.

A higanyt sem a legrégibb görögök, sem MÓZES nem említik. Csak THEOPHRASTOS (300 Kr. e.) említi folyékony ezüst néven. VITRUVIUS említi először annak a módját, hogyan lehet higany segítségével a ruhaszövetekbe himzett aranyat visszaszerezni.

Az a körülmény, hogy BERTHELOT Sapenapit-nak, az egyiptomi királyleánynak sírjában platinából készült dobozt talált, azt mutatja, hogy a régi korok kohászatáról szóló ismereteink még éppen nem teljesek.

A fémek kiolvasztása és feldolgozása technológiai ismeretekre vezetett. Ezek évezredek folyamán más találmányokkal összeköttetésben nagy tapasztalati kincs csé növekedtek, de az akkori ismeretek, felfogások és eljárások kiderítése behatódabb vizsgálatokat kívánna. A fejlődés végtelenül hosszú sorozatában résztvevő népek sorában utolsó tagokul a szemitákat, egyiptomiakat, görögöket és végül a rómaiakat kell tekintenünk. De azt sem szabad elfelednünk, hogy a kínaiak, mexikóiak és peruiak a maguk módján ugyanarra a számos és fontos találmányra jutottak.

Bizonyos, hogy az egyiptomiak, tekintve hatalmas építményeiket, a fémek megmunkálását pontosan ismerték. De más téren is rendelkeztek nagy készséggel, pl. a festésben. A történelem megnevezi azt a királyt, a ki először tudott kék festéket mesterségesen készíteni. Ismerték az üvegtechnika fogásait, a rothadás elkerülésére különféle fertőtlenítő szereket használtak. A salétromot a bebalzsamozásnál alkalmazták. A czédrusok nedvéből terpentint készítettek, szurokból és kátrányból kreozottartalmú folyadékot állítottak elő, a melyet fogfájás és némely bőrbaj ellen gyógyító szerül használtak.

A görögök csak másoktól vették át a kész találmányokat, mert túlnyomóan spekulatív gondolkozási irányuk alig, vagy egyáltalában nem kedvezett az ilyen irányú tevékenységnek. PLATO egyszer megkísérelte a vasrozsdá keletkezését megmagyarázni, ARISTOTELES említi a tengervíz ízének változását, ha agyagon átszűrrik, de ABDEAI DEMOKRITOS, a ki kísérletekből és közvetlen megfigyelésből akart okulni és magyarázathoz jutni, kivétel maradt. Általában a görögök pozitív tudása, a mértant kivéve, meglehetősen csekély volt.

Csak sokkal később kezdték az arabok az átvett ismereteket az alchemia útján fejleszteni. Alexandriából kapott ez a kalandos nép ösztönzést a csendes munkára. De nem maguk vetették el azt a magot, a melyből gazdag termés nőtt, mert a 8. század előtt a békés iránynak nyoma sem volt náluk. Hogyan lehetne ezzel az alexandriai könyvtár elpusztítását

összegegyeztetni? A IV. században hódított tért a fémek átalakításának (a bölcsesség kövének) gondolata. De biztosan nem tudjuk megállapítani, honnan és mikor eredt ez a felfogás a fémek természetéről. Egyiptomból az alchemia Görögországba és Spanyolországba jutott, itt pedig az arabok buzgón foglalkoztak az alchemia művelésével. A legkiválóbb és legrégebb köztük GEBER, igazi nevén ABU-MUSSA-DSCHAFAR-AL-SOFI. Ő nemcsak az ismert anyagok tulajdonságait határozta meg pontosabban, mint előtte tették, hanem újakat is fedezett föl és sajátos módszerekkel állította elő őket. Különböző fémek hevítésével oxidjukat kapta, ismerte a sárga és vörös ólomoxidot, a vörös higanyoxidot, a fehér arsenikumot stb. Ő használta először a lepárlást. Így timsóból kénsavat állított elő, a salétrom és vasgálicz keverékéből salétromsavat, eczetből pedig tömény eczetsavat. Kortársai nagy bámulatára az arany és ezüst feloldására felhasználta a királyvizet és az újonnan fölfedezett reagenciák segítségével egy csomó annakelőtte ismeretlen vegyületet és sóit állított elő, melyeknek tisztításához a filtrálást és az átkristályosítást használta föl.

*

Rövid megfontolással beláthatjuk, milyen kevéssel lehet a technika néhány alpmunkáját elvégezni és ennek következtében milyen gyakran találkozhatunk össze a természetben a technikai találmányok keletkezésének föltételei.

Például a mágnesvasércz, pirit, agyag, mész és szén, ezek a természet nyújtotta anyagok igen elterjedtek és többé-kevésbbé a felszínen lelhetők.

Az agyagot, mint ma is teszik a téglagyártásnál, kevés finom homokkal „soványítják“, kézzel és lábbal meggyúriák, azután egyenlő nagyságú hasábokra osztják és 3—4 napig levegőn szárítják. Ügyes téglavető azelőtt 12 óra alatt körülbelül 10000 darabot készíthetett ugyan, de őt gyakorlatlan ember is készíthetett két nap alatt 3000 darabot. Ilyen, levegőn szárított téglából kályhaszerű kockát lehet építeni, oldalán szellőztető nyílásokkal, ez pedig, ha állandóan rőzszenyalábot raknak rá, 48 óra alatt önmagát égeti.

A mészkö, ha a hő felbontja, oltásra alkalmas égetett meszet szolgáltat s ha az oltott mészhez a túlságos összehúzódas elkerülésére homokot kevernek, habarcs lesz belőle. Így már készen van minden anyag a kőszénnel fűthető agyagégető kemencze építésére.

Az agyagedényekhez az anyagot a talajból bányászszák, ha pedig ez kővér, akkor kvarcz- és mészdarabkákkal keverik. Belőle részint szabadkézzel, részint pedig alkalmas köveken fadarabok segítségével edényeket, csöveket stb. készítenek, a melyek az agyagégető kemenczékben a hő hatásának kitéve, erősek és tűzállók lesznek.

A fémek a Földben legtöbbszörre oxigénnel vagy kénnel vegyülve fordulnak elő, pl. a vas mint mágnesvasércz, vagy mint pirit, vagy mint más vasszulfid.

Elég, ha az első alakot szénnel magas hőmérsékletre hevítik, vagyis redukálják, máris tiszta vasat kapnak. A tiszta barna mágnesvasérezet kis darabkákra törik, ugyanilyen nagyságú széndarabkákkal keverik és koczkaalakba rakják. Ennek közepén rövid agyagcsövön át fújtatóval lángot vezetnek át. Ez által a szén széndioxiddá, majd szénoxiddá változik, a mágnesvasércz pedig a hőmérséklet egyidejű fokozása következtében tiszta kovácsolható vassá redukálódik. Az először kihúzott szivacsos vasdarabbal gránitüllön a második vasdarabot kalapálják és így durva, de használható vasat kapnak. Az első kohászok kétségtelenül nagyjában így jártak el. Ha az így kapott vasat tűzálló agyagtégelyben szénnel hevítették, akkor mindjárt hidegen és melegen kovácsolható aczélt (cement-aczélt) kaptak s ezzel az egész technikának talán a legfontosabb segédeszközéhez jutottak hozzá.

Valószínűleg ebből a rendkívül egyszerű eljárásból fejlődött a vasolvasztásnak könnyű, úgynevezett kataloniai módja. Még ma is használják Európában tiszta vasércz esetében annak az elsőrendű vasnak előállítására, a melylyel Svéd- és Norvégországban olyan gyakran találkozhatunk. A nagyolvasztók a vasérczet öntött vassá alakítják, ebből a benne levő 3—4%-nyi szénen ki kell vonni, de ez már kissé körülményesebb.

Az agyagvasércz kavasavat, agyagot és főleg vasszulfidot tartalmaz, a melyből kénsavat lehet előállítani. Tiszta helyen darabos agyagvasérczczel kevert ágakból és fadarabokból rakást készítenek, agyagvasérczczel betakarják és meggyújtják. Ha mindig új agyagvasérczreveget raknak rá, nagy halom keletkezik, a melyben földdel és ágakkal szellőztető nyílásokat raknak ki. Azután úgy elzárják, mint a szénégetőhalmot. 10—12 nap alatt a vasszulfidból és a timföldből ferriszulfát és aluminiumszulfát keletkezik, vagyis két oldható anyag, azonkívül oldhatatlan részek, mint kavasav, félig elégett szén és hamu. Ha a keveréket edényben vízzel fölereszti és a föloldatlan részt leülepedni hagyják, az oldatot pedig részben bepárolják, akkor vasgáliczkristályok keletkeznek, ezekből pedig hevítéssel és desztillálással a legegyszerűbb módon kénsav állítható elő.

Ha száraz tengeri növényeket, pl. *Laminaria*-t és *Fucus*-t elégetnek, szóda keletkezik s ha ezt az eljárást néhány napon át folytatják, akkor a hőmérséklet emelkedése következtében a természetes szódát szürke összefüggő tömeg alakjában kapják meg.

Az állatok testéből kiolvasztott zsír szódával elszappanosítható s ekkor oldható szappan és gliczerin keletkezik s a gliczerin a zsírból kiválasztható. A mész segítségével készített oldhatatlan mésszszappanban a kalciumot kénsavval kalciumszulfáttá lehet átalakítani s ez által olein, margarin és sztearin válik szabaddá. Az utóbbi zsírsavakon alapszik a gyertya- és szappangyártás.

Ha tiszta gliczerinhez salétromsavat öntünk, akkor hűtőkeverék nélkül

is nitrogliczerin keletkezik, melyet ha porózus anyaggal, pl. agyaggal össze-
gyúrnunk, akkor a könnyen kezelhető dinamithoz jutunk.

Ha gyapjút vízben körülbelül 70^o-ra fölmelegítünk és szódával zsírtala-
nítunk, akkor újabb kimosás után bár durva, de tartós nemezt kapunk, a melyet
fakalapácscsal akármilyen vékony lemezre lehet kikalapálni. Ilyen szövetet
valószínűleg már a legrégibb időben ismertek. Később a gyapjút függőleges
zúzókkal kádakban sajtolták, míg végül arra a gondolatra jutottak, hogy
hengerrel sajtolják.

De mégis óriási idő kellett, azonkívül néha a viszonyok különös
kedvezése és rátermettség, míg ezek a példaképpen említett és az életre
annyira fontos találmányok kialakultak.

*

Testi fejlődésünk folyamán anatómiai tekintetben végigmegyünk a
legegyszerűbb életformáktól kezdve fajunknak végtelen hosszú időre terjedő
történetén. Életünk későbbi folyamán, ha néhány társunkkal magunkra
maradnánk s erőnk és időnk határtalan lenne, ugyanazon a sorson és
hányódáson mennénk át, mint őseink, és önállóan alkotnók meg a kultúrát.
Legalább kezdetbeli tevékenységünk, a melyen túl környezetünk nem enged,
valószínűvé teszi ezt.

De a művelődésnek azon a fokán, a melybe beleszületünk, a tanulás
rövid ideje alatt a munkának és fejlődésnek óriási időszakán rohanunk át,
s eközben ritkán jut eszünkbe, hogy nemcsak a szellemi, hanem a kézi
munkát is örököltük őseinktől. Mert ősrégi utakat, hídakat, fáradtsággal talált és
kiépített hágókat használunk, olyan berendezéseket, gépeket, szerszámokat
veszünk át, a melyek őseinktől erednek.

Képzeljük el, hogy egy éjjel folyamán minden tulajdonunk elvész.
A tudás és a tapasztalat megmaradnának ugyan, de minden kapcsolat a
tegnap és ma között megszűnnék, semmink, egyáltalában semmink sem
lenne s a legnagyobb nyomorúságba jutnánk. Nem kellene-e úgy, mint
gyerekkorunkban, a kalapácsot kőből készíteni és nem jutnánk-e ismere-
teink ellenére egyik zavarból a másikba? Elülről kellene mindent kezdeni!

Ismereteink, szellemi örökségünk megvédenének ugyan évezredek
bizonytalanságaitól és tévedéseitől, de sokáig tartana, míg a szivacsos, kővel
kikalapált vasdarabból az első használható kalapácsfejet tudnók elkészíteni.
Mit használna nekünk, hogy MICHELSON az eltűnt métert a kadmium szín-
képvonalainak hullámhosszában fejezte ki. Nem kellene-e előbb rászánnunk
magunkat, hogy első csavarjainkat szerényen fából faragjuk és a bőrökbe
vágott lyukakon a fonalat áthúzzuk? A műveltség régi állapotát kétségte-
lenül visszaállíthatók, de mi már nem élünk meg, annál kevésbbé élveznők.
Csak most tudnók meg, hogy finom csavarjaink, pontos óráink, az értünk

szakadatlanul dolgozó és minket kimélő gépek őseink szerszámainak utódai és nélkülük alig lehetségesek. Bár nagy előnyünk lenne, hogy tudjuk, *mit* kell tervszerűen egymás után tennünk, mégis facsavarral kezünkben be kellene látnunk, hogy semmiféle fogással sem tudjuk annak a folytonosság-nak kérlelhetetlen szükségét elkerülni, a mely a gyöngye kezdet, a fokozás, a finomítás és a végső alak között van.

Mach Ernő.

A kristályok keletkezése és eltűnése.

A keletkezés, gyarapodás, szétbomlás és teljes eltűnés folyamata törvényszerű rendben következik egymásután a természetben mindenütt. A hegyek lomha sziklaormai éppen úgy megszülettek egykor, mint a köztük fészkelő szirti sas, vagy a zöldelő növényzet, mely oldalukon szerénykedik; a hegyek is végigélik a maguk egyéni létét, s örökös átalakulásban közelednek a szétesés, a halál felé. Talán csak a mi szemünk gyenge még arra, hogy a tőlünk olyan nagyon különböző kőzetanyagban is meglássa a teremtő és romboló őserőnek, az életnek lüktetését, s ha ma még csak bátoratlanul bukkan is fel gondolatainkban a szervetlen élet sejtelve, talán lesz még idő, a mikor nem ütközünk meg azon, ha valaki a kövek életéről mer beszélni. Az bizonyos, hogy a ki csak egyszer látott a mikroszkóp lencséje alatt kristályokat növekedni, nehezen tagadhatja meg az élet fogalmát a szervetlen világtól, a melyben éppen olyan kormányzó erő szabja meg a keletkezéstől az elmulásig, vagyis az atómok és molekulák első csoportosulásától a végső átrendeződésig vezető utat, mint a szerves lények sorában.

Tulajdonképpen mi is az a különbség, melyre a két világ elválasztását alapítjuk? Minden létező dolog egy-egy építmény, a melyet a köveknek, vagyis a molekuláknak milliőiből állított egybe a teremtő erő. Csak a terv, az építőstílus változik. A kristály épülete egynemű, mert egyik kőve olyan, mint a másik; szorosan egymáshoz tapadó részecskéi egymást rögzítik egy adott helyzetbe, s egységüket, összetartásukat csak azzal lehetne megbontani, ha épp oly folytonos sorrendben szedegetnők őket le egymásról, a hogy egykor sorba rakódtak. A növényi és az állati test már sokkal változatosabb, a legkülönbözőbb alkotóelemekből összerótt épületelemek, melynek pillérei, merészen megalkotott boltívei ugyan bámulatos egyensúlyban támogatják egymást, de csak az egyiknek elmozdulása kell hozzá, hogy az egész műromokba roskadjon.

A kristály fölépülése és lerombolódása, vagyis más szóval növekedése és eltűnése tulajdonképpen ellentett irányú, de teljesen azonos folyamat, a mely előre megjósolható módon, szigorú fizikai következetességgel megy végbe; egyenlő molekulákból szerkesztett, minden porczikájában egynemű váza bármely pillanatban továbbépíthető, vagy visszafejleszthető. Az élőlény szervezete egy pillanatig sem állandó s örökös változásában sohasem jut



vissza abba a szakba, melyen már egyszer keresztülhaladt, hanem részeinek egyre változó csoportosításával épít magának mindig újabb szerkezeteket. Talán úgy is mondhatnám ezt, hogy a kristály születése és gyarapodása fizikai folyamat, a szerves lényeké ellenben a legváltozatosabb kémiai átalakulások sorozata. Ezért a kristály életének egész menete jobban ellenőrizhető, sőt befolyásolható, míg a szerves életet mozgó szálak bonyolult szövédéjében alig lehet eligazodni.

Az embert kíváncsisága és érdeke mindenkor inkább az élők tanulmányozására sarkalta, érthető tehát, hogy az imént mondottak ellenére még ma is aránylag kevés a kristályok fejlődésére vonatkozó pozitív ismeretünk. Főképpen az első kristálycsíra megszületését fűdi teljes sötétség, a melybe csak föltevésekkel próbálunk valamennyire belevilágítani. Valamivel többet tudunk a gyarapodás lefolyásáról és a lerombolódás törvényszerűségeiről. Az elmélkedésen alapuló magyarázatok ugyan már régebben sem hiányoztak, az alapos természettudományi megismeréshez vezető kísérletek azonban csak újabb keletűek, s ezek alapján óhajtom itt mai felfogásunk vázlatos képét adni.

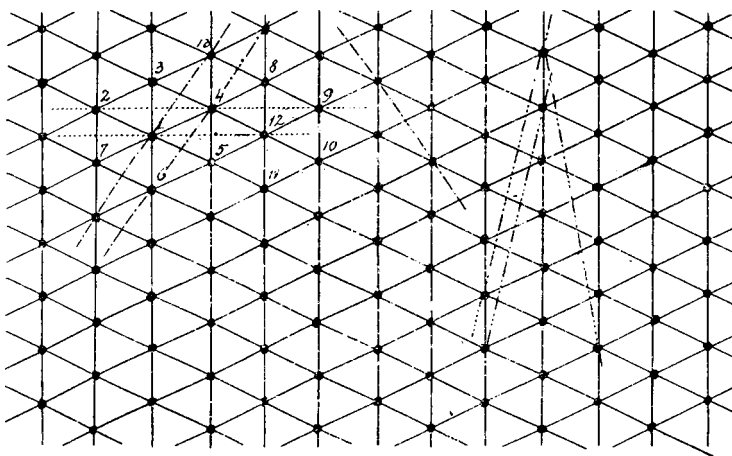
A szervetlen világ legtöbb anyaga akkor, a mikor másoktól elkülönül, avagy valamely mozgékonyabb halmazállapotából szilárdabba tér át, molekuláit valami sajátos, reá jellemző szerkezetbe rendezi el, vagyis *kristálylyá* tömörül. Ezáltal a molekulák, a melyek az oldatban, vagy olvadékban tág határok közt valósággal szabadon száguldozhattak, most megszabott helyhez rögzítődnek, a melyről szomszédjaiknak egyensúlyban álló vonzóerői miatt éppen oly kevésbé mozdulhatnak el, a mint szilárdan fog megállni egy üres doboz közepében valamely tárgy is, a melyet egyenlően megfeszített fonalak kötnek az őt környező csúcsokhoz. A mozgékonyság természetesen nem egyszerre szűnik meg az anyagrészecskék egész tömegében, hanem a rendszerbe merevedés egy-egy csomópontból indul ki, a melyhez azután a közelébe eső további molekulák is igazodnak, mint a hogy egy kavargó tornászcsapatból is gyors egymásutánban, de még sem egyszerre válnak ki a megadott jelre a szabályos csoportozatok.

Ha az egyének száma, vagy a betölthető tér korlátoltsága nem szabna határt ennek a rendezkedésnek, az akár vég nélkül folytatódhatnék; de bármekkora legyen is a már rendezett tömeg, annak minden kiszakított részletében tökéletesen egyenlő lesz az elhelyeződés módja. Ilyenféleképpen csoportosult részecskéket jelenthetnének például az 1. rajznak egyszerűség végett csak egy síkban ábrázolt pontjai. Az 1 kristálmolekulát helyhez köti az őt egyenletesen övező 2, 3, 4, 5, 6 és 7 vonzása, de ugyanilyen viszonyban áll a 4 is a körülötte sorakozó 1, 3, 13, 8, 12 és 5-tel, vagy bármely más tetszés szerint választott pont is a maga szomszédságával.

Az ilyen rendszerekben természetesen mindazokat a vonalakat, melyek egymással párhuzamosan haladnak át rajtuk, teljesen ugyanolyan sors éri:

egyikük sem fog az akadályoknak másféle sorába ütközni, mint a többiek. Így az 1. rajz vízszintes pontsorai valamennyien a 2, 4, 9-hez hasonló elrendezésűek, de természetesen eltérnek a függőlegesektől, melyek azonban egymás közt megint teljesen egyenlő értékűek. Ugyanezt lehet a hálózat bármely más irányában haladó pontsorokról is megállapítani.

Ez a szabályosság az oka, hogy minden hatás, mely egy bizonyos irányban a kristály tömegébe igyekszik hatolni, legyen az fény, hő, elektromos sugár, vagy mechanikai beavatkozás, mindig ugyanolyan értelmű változást szenved. Legtöbbször van még a kristályban egy, vagy esetleg több további irány is, a melyben a támadó hatás éppen ilyen akadályokra



1. rajz. Egy síkon ábrázolt szabályos pontrendszer.

talál, mely tehát az előbbivel *egyenlő értékű*, de minden mástól különbözik. (Lásd az 1. rajzot.)

Az egyenlő értékű irányoknak ez az egyenlő fizikai viselkedése a kristály legfontosabb sajátja. Minden egyéb, így a szabályos, síklapú külső elhatárolás is csak következménye ennek a belső rendnek, s az anyagtól független tényezők hatására módosulhat, sőt teljesen meg is szűnhetik. Itt csak a LEHMANN fölfedezte folyós kristályokra¹ utalok, melyeknél a belső szerkezet optikailag nyilvánul szigorú szabályossága esetleges, változó cseppalakkal jár együtt. Hogy mindezek ellenére mégis a külső kifejlődésmódot szoktuk a kristályok tanulmányozásánál elsősorban szemügyre venni, annak oka kétségtelenül az alak könnyű megfigyelhetősége, változásának rögtön szembeütő volta és végül gyors módosulása minden olyan fizikai és kémiai változás esetén, a melyet kísérleti célból a kristály környezetében előidézünk.

¹ Természettudományi Közlöny, XXVIII. kötet, 568—577. lap.

Jeleztem már, hogy a kristály növekedése és eltűnése ellentett, de egyenlő értékű folyamat. Éppen ezért mindig továbbfejleszthetjük a kristályt, vagy visszavezethetjük azt egy előbbi állapotába a nélkül, hogy a továbbnövekedés kezdetén már meglévő, vagy a bizonyos mértékű feloldódás után még megmaradó kristálytest maga valami belső változást szenvedett volna. A két folyamat tehát kölcsönösen magyarázhatja egymást, s a mi az egyikben a megfigyelhetőség határain kívül esik, az a másikban esetleg megfejtést lelhet. Ez eléggé megokolná a kettőnek együttes tárgyalását, de másrészt meg szemléltetőbbnek ígérkezik a leírás, ha különválasztjuk őket.

Kristályok *keletkezése* a kémiai, fizikai és fiziológiai vizsgálódások alkalmával a legnagyobb változatosságban ismétlődő jelenség, de végső elemzésben három alap okra vezethető vissza. Közvetlen megindítója lehet ugyanis 1. oldott anyagok kiválása, 2. olvadékok megszilárdulása, vagy végül 3. gőzök közvetlen tömörülése, a szublimáció. Voltaképpen mind a három jelenség a halmazadási mód változása. A szilárd test molekuláinak egyensúlypontjuk körül végzett nagyon korlátolt hőmozgása melegítéssel egészen a szerkezet szétbomlásáig, vagyis a megolvadásig, sőt az elpárolgásig növelhető. Eltérő anyagú oldószerben pedig ennek a molekulái feszegetik úgyszólván széjjel a kristály szerkezetét és építőköveivel egyenesen elkeverednek. A mikor azután a molekuláknak ez a nagyobb mozgékonyaságú csoportosulása az ellenkező irányban csökken, néha ugyan új termékek keletkezésével, de rendszerint a régi összetétel megtartása mellett ismét fokozatos megszilárdulás áll be. Az első folyamat energia felhasználásával, a második tehát energia felszabadulással jár, vagyis mindkettő az energetika törvényeinek engedelmeskedik.

Arról, hogy milyen a kristály keletkezésénél az *első*, avagy feloldódásánál az *utolsó* szilárd részecske, a melyet ezek a törvények kormányoznak, éppen oly keveset tudtunk, mint az élet első szikrájáról és utolsó lobbanásáról általában. Az bizonyos, hogy a kristály, a mely a mikroszkópi látás körébe esik, már a maga megszabott alakját viseli, a mint hogy szabályos szerkezetet árul el eltűnésének utolsó pillanatáig is. Jogosan következtetünk tehát arra, hogy a látható molekulatömegben uralkodó rendszer megvan a legparányibb, már nem észlelhető anyagrészecskében is, addig a határig, a hol a kémiai szétbomlás megkezdődik. Valami egyéni, jellegzetes alakja föltétlenül van már egy bizonyos vegyület kémiai molekuláinak is, csupán az a kérdés, hogy ezek lesznek-e egyszersmind az első kristályképződmények is, vagy pedig többedmagukkal egyesülnek-e előbb úgynevezett *fizikai* vagy *elemi kristálymolekulákká*. Az első föltevés ellen szól már a sokalakúság (polymorphia) jelensége is, melynek az a veleje, hogy teljesen azonos kémiai molekulákból merőben ellentétes fizikai sajátosságú kristályok épülnek föl. A mai felfogás általában az elemi kristálymole-

kulák keletkezését tekinti az első kistályosodási mozzanatnak s egész rendszerek alakultak már ki, a melyek geometriai és elemző mennyiségtani alapon elméletileg állapítják meg a lehetséges, sőt szükségképpen létező kristálymolekula-típusok alaki és csoportosulási sajátságait. Tagadhatatlan, hogy az elmélet és a megfigyelhető valóság között eddig a legkisebb ellenmondást sem lehetett megállapítani, s így ezt az ügyet megoldottnak kell tartanunk.¹

Messze vezetne, ha a kristályszerkezeti elméletek útvesztőjébe bonyolódnánk, azért maradjunk csak a megfigyelhető tények ismertetésénél.

Legcélyszerűbben az oldatok kristályosodása tanulmányozható, mert magasabb hőmérsékletek alkalmazása nélkül, közvetlenül a mikroszkóp tárgylemezére tett parányi cseppben figyelhetjük meg az egésznek lefolyását.

A kristály kiválása előtt az oldatok, ha a külső körülmények rájuk mindenütt egyenlően hatnak, minden pontjukon egyenlő összetételűek: *homogének*. Ennek az állapotnak azonban még az első kristálycsira megszilárdulása előtt meg kell változnia, mert ha megmaradna, az csak az egész tömegnek egyidejű megszilárdulását eredményezhetné, a mi a valóságban az alakatlan (amorfi) testek keletkezésekor meg is figyelhető. Egy kis megfontolás arra is rávezet, milyen módon kell ennek a megváltozásnak bekövetkeznie.

A mikor az oldat készült, az oldószernek (mondjuk a víznek), mozgó molekulái a kristály szilárd épületét annak ellenállása mellett is kikezdték és részecskéit fokozatosan lefeszgették s ahhoz képest, hogy a folyadék hőmérséklete, vagyis a maguk hőenergiája mennyi erővel látta el őket, bizonyos számú ilyen kristályrészecskét mintegy magukhoz lánczoltak, s most áramlásuk közben magukkal hordoznak. A kristálynak ez a szétszedése, vagyis az oldódás egyre csökkenő energiával addig folytatódik, a míg a támadók erejét végül teljesen leköti a már elragadott molekulák fogvatartása, vagyis az oldat *telített* lesz. Ha az oldószer valami módon, például melegítés által újabb energiához jut, ennek arányában ismét lerombol valamit a kristály testéből; de hogy ha azután lehűlés következtében erőt veszít vagy elpárolgás esetén saját molekuláinak a száma megfogyatkozik, a „foglyoknak” egy része ismét kiszabadul s az oldat *túltelítetté* válik.

Az oldószer hatalma alól ilyen módon kijutott molekulákra a még visszamaradt kristálytest vonzó és irányító hatással van, arra tehát — mint Földünkre a meteorraj — rázuhannak s a kristály *növekszik*. Hogy áll azon-

¹ BRAGG és LAUE újabb vizsgálatai a kristályokon áthaladó Röntgen-sugarak interferenciája alapján arra a következtetésre vezettek, hogy a belső szerkezetet nem a molekulák, hanem már az atomok elrendeződése szabja meg. Bár ez az elmélet igen rövid idő alatt számos hívet hódított magának, s valóban beigazoltak is látszik, mégsem annyira kiforrott, hogy teljesen megdönthetetlennek kellene tartanunk.

ban a dolog, ha az oldatban nincs ilyen gyülekezőpontul szolgáló kész kristályszerkezet? A tapasztalás szerint feltűnően fontosnak látszik ilyenkor a folyadék mozgékony-sága, a mit a következő módon értelme-zünk:

A kristályosodást mindig túltelítettségnek kell megelőznie, hogy ott, a hol lehűlés vagy elpárolgás történt, chemiai molekulák csapódhassanak ki. Ezek egyideig még egymástól jóformán elszigetelten, a folyadék-részek közé ékelve állanak a helyükön, a honnan természetesen annál nehezebb elmozdulniok, mennél nagyobb az oldat sűrű-sége¹ és mozdulatlansága. De a szilárd részecskék



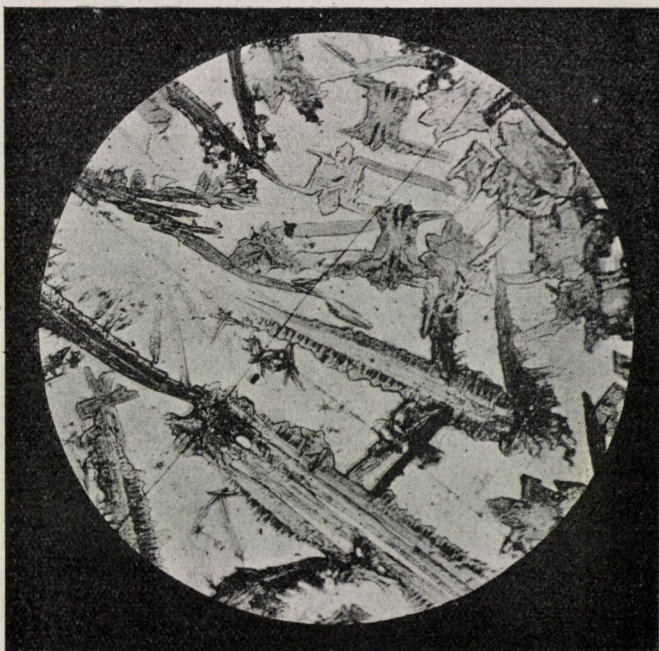
2. kép. Kristályvázak a hánytató-borkő oldatából. (50-szeres nagyítás.)

fajsúlya és a folyadékban teljesen soha nem hiányzó áramlások előbb-utóbb végét vetik ennek az állapotnak s a chemiai molekulák vándorútra kelnek. Ha azután az akadályok között zezzugosan továbbhaladva valamely testvérükbe ütköznek, a kohézió által összekapcsolódnak, hogy végül föl-épüljön belőlük egy-egy elemi kristálmolekula, a mely immár irányító köz-éppontja lehet egy növekedésre kész kristálmagnak. A nyugodtan álló, főleg sűrűbb oldatokban, a melyeknél a belső áramlásokat esetleg az ilyen lassú lehűlés és párolgás is mérsékli, mindig nehezebben s egyúttal keve-sebb ponton indul meg a magképződés, mint az ellenkező sajátságúaknál.

¹ A sűrűség (viszkozitás) nem a koncentrációt jelenti!

Bizonyításul csak arra a rég ismert példára kell utalnom, hogy a besűrített cukorléből lassú kihűlésnél és nyugodt állásnál nagy kristályok rakódnak a befüggesztett fonalakra („kandiscukor“), míg a süvegmintákban rázott vagy kavart szörp aprószemű kristálykásává mered meg.

Igen kis mennyiségű folyadékban, a milyen például a mikrochemiai elemzés alkalmával tárgylemezre tett csepp, a mozgást annyira gátolhatja a surlódás, a tapadás és a környezet egyéb hatása, hogy a kristályok képződése jelentékeny túlhűtés és túltelítettség ellenére is csak valamely mesterfogás alkalmazásával indítható meg. Olykor a tárgylemez megkarczo-



3. kép. Kristályvázak a káliumkromát-oldat gyorsan beszárított cseppjéből. (50-szeres nagyítás.)

lása a cseppen belül elegendő rázkódást okoz a nyugalom megzavarására. Máskor a csepp „beoltásához“ folyamodunk, vagyis az oldott anyagnak, vagy egy vele izomorf vegyületnek szilárd morzsáját juttatjuk beléje, mire a kiválás rögtön megindul.

A beoltás tüneténye adott módot annak a kikutatására is, hogy milyen kicsi tömeg töltheti még be a kristályosodási középpont szerepét, vagyis más szóval: mekkorák lehetnek a kristálmolekulák? Rendkívül érdekesek ebben a tekintetben OSTWALD W. kísérletei. Az oltóanyag mennyiségét a homeopáták módja szerint fokozatosan csökkentette, úgy hogy előbb 1 g-ját

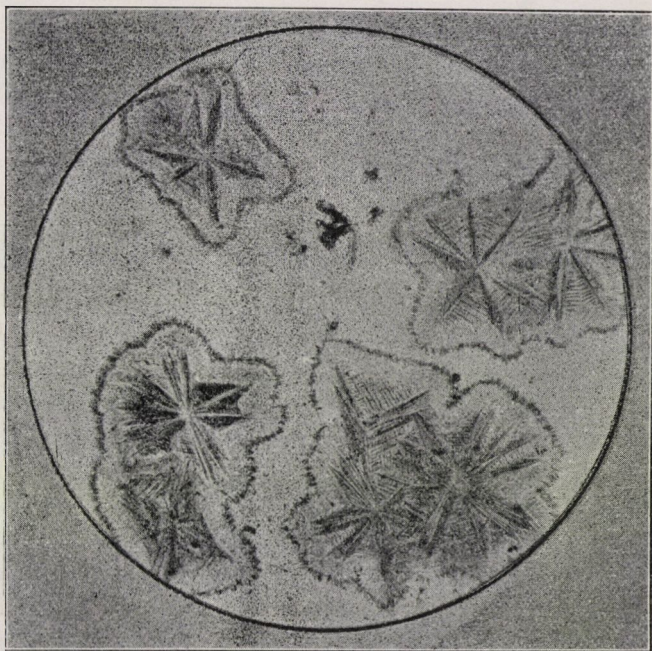
9 g hatástalan idegen vegyülettel dörzsölte össze, majd a keverék egy részét újból tízszeresen hígította, folytatván ezt mindaddig, a míg az oltás egyáltalán nem sikerült többé. Kiderült, hogy 0.000000001 g, vagyis a milligrammnak egy milliommodrésze még elegendő a csepp beoltására, de ennek tizedrésze már hatástalan. Könnyen megérteti ez velünk, hogy a mikroszkóppal látható legkisebb szemecske sem „kristálycsira“ még, hanem számtalan kristálymolekulának a halmaza.

Az elmondottakból önkényt következik, hogy a kristályképződés menete jelentékenyen meglassítható, ha az oldatot valamely közömbös sűrítő anyaggal keverjük. Ezt tette a kristálynövekedés egyik első tanulmányozója VOGELSANG is (1870) a kanadai balzsammal sűrűsített széndiszulfidos kénoldat vizsgálata alkalmával. Megfigyelései annál is érdekesebbek a fejtegetésre, mert belőlük született meg „krisztallit elmélete“ is, a mely BEHRENS-nek, a mikrochemiai elemzés atyamesterének átdolgozásában alapul szolgált az összes későbbi tanulmányokhoz.

A kénoldattal kevert balzsam tárgylemezre tett cseppje eleinte tökéletesen egynemű, átlátszó; később a kerületen, a hol a párolgás a leggyorsabb, apró gömböcskék válnak ki, a melyek a középpont felé úsznak, de útközben ismét eltűnnek, mert a belül még telítetlen széndiszulfid feloldja őket. A mint az oldószer elillanásával a balzsam is egyre sűrűbbé válik, a gömböcskék feloldása és vándorlása is fokozatosan lanyhul, míg végre teljesen meg is állapodik. Igen finom tű hegyével meggyőződhetünk arról, hogy a gömböcskék ekkor még lágyak, képlékenyek. Ugyanezt igazolja esetleges egybeolvadásuk léczalakú *longulit*-té, gyöngyfűzészerű *margaritek*-ké és rendszertelen *cumulit*-csoportokká. Anyaguk azonban nemsokára megszilárdul, s az immár törekeny golyócskák a *globulitek*. Ezek állandóan is megmaradhatnak ebben az egyszerű fénytörésű (izotróp) alakjukban, ha a közben szintén megkeményedett balzsam minden további mozgást meggátol; de hogyha VOGELSANG szavaival élve: „a globulitek molekuláris mozgásai a balzsam ellenállását még le tudják győzni,“ akkor a gömböcskék végleges megszilárdulásuk alkalmával pillanatszerűen az α kén rombos bipiramisos alakját öltik magukra s kettős fénytörésű (anizotróp) igazi kristálylá válnak. A gömböcskék tehát említett csoportjaikkal együtt valóságos kristályembrióknak látszanak, ezért nevezi őket VOGELSANG *krisztallitoknak*, molekuláris *vonzó és rendező erővel* bíró kristálycsiráknak.

A most említett rendező erőknél következménye VOGELSANG és BEHRENS vélekedése szerint a legelső kristályképződmények sugaras, csillag vagy rozettaszerű alakja. Úgy hiszik, hogy a vonzás maximumai az anyag természetétől függően más és más rendben, de mindig polárisan, vagyis sugarasan helyezkednek el a krisztallit testében, ezért ennek növekedése, az újabb részecskék lerakódása is a sugarak irányában a legroha-

mosabb. Ezzel a föltevessel mindenesetre ellentétben áll az, hogy a tovább-növekvő sugaras vázak a beszögellések fokozatos eltűnése közben rövidesen a szokásos konvex poliéderekké alakulnak át, a mit az erősugarak működése esetén nem várhatnánk. A krisztallit-elmélet azonban erre is talált magyarázatot, s azt teszi föl, hogy a gyors növéssű sugarak szüntetik meg legelőször a kristály közvetlen környékére szorítókozó túltelítettséget s vele természetesen a maguk további megnyúlását is, míg a közökben ezután is folytatódik a lassú anyaglerakódás a végleges kitöltődésig. A kezdetben előrejutott kristályrészek tehát valósággal bevárják az utánuk kullogókat.

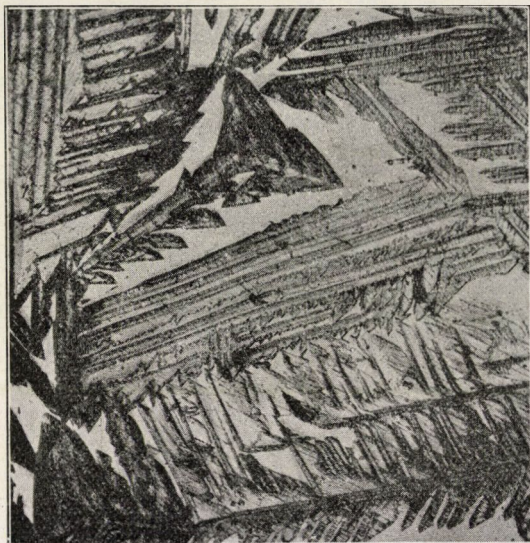


4. kép. Pehelyszerű bordás kristályvázak a hánytató-borkő oldat szivóssá tett cseppjéből. (50-szeres nagyítás.)

LEHMANN O., a ki később (1877-ben) VOGELSANG kísérleteit megismételte, az előbb közölt tapasztalatokat másként magyarázza. A globuliteket nem tartja kristályoknak, csak túltelített oldatoknak. Mozgásukat a diffúzió, a felületi párolgás és kapilláris vonzás okozta folyadékáramlatokkal és nem sajátos belső erejükkel magyarázza, a nekik tulajdonított aktív rendezőerőt pedig csupán passzív tehetségnek minősíti, melynek következtében a bennük még rendezetlen molekulák kész kristálymagokkal érintkezésbe jutva azokhoz illeszkednek s őket továbbnövesztik. A mikor tehát az izotróp kénglobulit kettősentörő kristálylyá lesz, nem a saját ereje, hanem egy benne,

vagy mellette kivált, esetleg még láthatatlan kristálycsira irányító tehetsége adja meg hozzá a lökést. LEHMANN vizsgálataiból derült ki az a fontos igazság is, hogy az első látható kristálycsirák vázszerű volta és későbbi átalakulása a kristályok ú. n. *udvarában* megfigyelhető *koncentrációs áramlatokkal* függ össze.

A növekedő kristály, miként már említettük, az őt burkoló tútelített oldat szabad molekuláit bizonyos távolságból magához ragadja s szabályszerű elrendezés után a saját szerkezetéhez kapcsolja. Ezáltal közvetlen környezetében az oldat szükségképpen meghígul, a mit még fokoz a *kris-*



5. kép. Kristályrács a hánytató-borkőnek lassan beszáruló oldatából. (30-szoros nagyítás.)

tályosodási hő is, a mennyiben az oldás mechanikai munkájához annak idején felhasznált meleg most ismét felszabadul, a folyadékot kiterjeszti s oldótehetségét is növeli. Ez a higabb övezet a *kristály udvara*, melyet megváltozott fénytörése is elárul, de különösen jól észlelhető sötét-színű sók oldatában, mert itt a hígítással a szín is erősen meghalványodik.

Ha a kristályt esetleg globulitektől vagy már előbb kivált parányi szemecskéktől zavaros oldat, vagy olvadék környezi, az udvar teljes átlátszóságával tűnik föl, mert benne ezek ismét

feloldódtak. Némely közetben is elég gyakran láthatunk ilyen átlátszó kéreggel övezett nagyobb kristályt, az egyébként szemecskésen megmerevedett alanyagban.

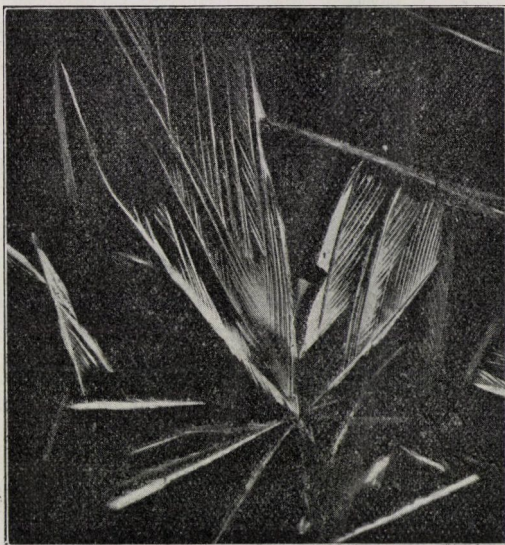
A kristályképződés kezdetén s általában minden olyan esetben, a mikor gyors lehűlés vagy erős túlűtés miatt igen nagyfokú a tútelítettség, a csúcsok túlnövekedése valóban kristályvázakat eredményezhet, de nem a VOGELSANG föltételezte maximális vonzóerők következtében. Hiszen ha VOGELSANG-nak igaza volna, a folyamat megfordulásánál, vagyis oldódás esetén éppen a csúcsoknak kellene a leglassabban eltűnniök, holott a tapasztalás szerint ezek gömbölyödnek le a legrohamosabban. A megfontolás arra vezet, hogy a növekedésnek mindenesetre az élek és csúcsok

körül *kell* a legerősebben megindulnia, már csak azért is, mert ezek a telített oldatnak nagyobb tömegével érintkeznek, mint a lapok belső részei. Egy további ok lehet az is, hogy a gyarapodó kristály felülete csak a folyadék ellenállásával küzdve tud egyre kijebb tolódni, a mi legnehezebben a lapokra merőlegesen történhetik meg, míg viszont a csúcsok és élek ék módjára hatolnak az akadályon keresztül; de ennek természetes következménye meg az lesz, hogy az anyaglerakódás is itt a legnagyobb mértékű, a lapfelületek belseje pedig már alig jut táplálékhoz s növekedésében szükségképpen elmarad. Ez látható például a hánytató borkő oldatából kapott apró vázakon, melyeknek

mikroszkópi képe a 2. képen látható. Rendkívül szélsőleges alakú vázakat ad a vékony cseppből kicsapódó káliumkromát is, mint a 3. kép bizonyítja. Hogy ha az így megindult kristályképződés szétterült

cseppben, fedőüveg alatt, vagy szívós olvadékban megy végbe, a hol a csekély áramlás miatt újabb anyag alig juthat a felhígult udvarba, a karok módjára szétnyújtózkodó ágak csak ennek határán túl lépnek ismét telített környezetbe; végük körül most egyszerre új udvar támad, melyben a régiekkel párhuzamosan új sugarak futnak szét. Így azután rácsszerű vagy pelyhialakú képződmények létesülhetnek, melyeknek egyik példáját a 4. és 5. kép mutatja be a már megelőzőleg említett *hánytató borkő* oldatából kapott készítményből. A hippursav pelyhes kristálycsoportjának poláros fényben készült fotogramma a 6. kép; ilyen alakulás igen gyakori a hosszú szálabban kristályosodó anyagok gyors kicsapódásakor.

Nagyobb, mozgékonyabb folyadéktömegekben a kristályok továbbfejlődését már a *koncentrációs áramlás* módosítja. A kristály udvarának felhígulása és a kristályosodási meleg okozta kitágulása természetesen csökkenti az oldat fajsúlyát, ez tehát felszáll s alulról telítettebb tódlul a helyébe. A szakadatlan anyagleválás végül is az egész keveredő folyadék-



6. kép. Pehelyszerű kristályképződmény a hippursav gyorsan beszáradozó oldatából, keresztezett Nikol-prizmák között. (60-szoros nagyítás.)

Nagyobb, mozgékonyabb folyadéktömegekben a kristályok továbbfejlődését már a *koncentrációs áramlás* módosítja. A kristály udvarának felhígulása és a kristályosodási meleg okozta kitágulása természetesen csökkenti az oldat fajsúlyát, ez tehát felszáll s alulról telítettebb tódlul a helyébe. A szakadatlan anyagleválás végül is az egész keveredő folyadék-

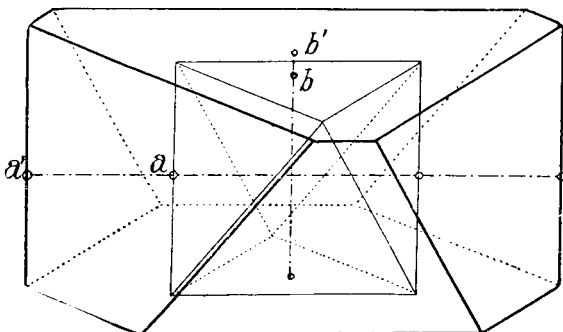
ban végét veti a túltelítettségnek; ezzel a kristály növekedése is rohamosan csökken, majd végleg megszűnik, sőt az előzőleg sebesebben gyarapodott részletek fölmelegedése következtében ezeknek részleges visszafejlődésébe csaphat át, ha oda az áramlás hígabb oldatokat talál sodorni. A mikor a csúcsok és élek rohamos növekedése ilyenformán megállapodott, az eddig visszamaradt lapok jutnak kedvezőbb helyzetbe, s a vázak beszögellései és mélyedései fokozatosan kitöltődhetnek.

Ennek a kitöltődésnek a módjára különösen azok a kísérletek vetettek világosságot, a melyeket a megsérült kristályok kiegészítődésének, *regenerációjának* tanulmányozására eszeltek ki. Érdekes ugyanis, hogy bármely letört, vagy lecsiszolt kristálycsúcs, sőt maga a leválasztott töredék is a legnagyobb erővel törekszik „sebének” beheggesztésére, s a hogy például egy tengeri csillag elvesztett karját rövidesen pótolja, éppen úgy állítja vissza a kristály is a maga eredeti alakját, föltéve természetesen, hogy alkalmas telített oldatba jut, s így kellő anyag áll rendelkezésére. RAUBER, e kísérletek megkezdője, s utána sok más kutató is a timsókat tanulmányozta különös előszeretettel, részint kitűnő kristályosodásuk miatt, részint pedig azért, mert színük különböző, s így a közönséges színtelen timsó $[K_2Al_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O]$ csonka törzsét például a vele egyező kristályszerkezetű (izomorf) ibolyaszín krómtimsónak $[K_2Cr_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O]$ oldatában lehet továbbnövesztetni. A régi és új részletek ilyen éles szín eltérése következtében a továbbfejlődés kitűnően ellenőrizhető, s mindig világosan jelzi, hogy a megcsonkított kristály teljes egészében növekszik ugyan, de legrohamosabban a hiányzó csúcs, vagy él irányában gyarapszik. Bármilyen volt is a sérülés felülete, rövid idő múlva a letört részhez hasonló apró gúllák emelkednek ki rajta, a melyek gyorsan nőnek, s végül a hiányt teljesen pótló nagyobb egységgé összegeződnek. Ugyanilyen módon töltődnek ki a kristályokba vájt mesterséges üregek is, de voltaképpen így lesz a kezdetleges kristályvázakból nagyobb, tömött kristály is. Ennek bizonyítása igen egyszerű, mert ha a vázakat egy közömbös festékkel színezett oldatban továbbnövesztjük, metszetükön kitűnően látszik az utólag keletkezett, eltérő színű *kiegészítő gúllák* nyoma. Egyes közetek kristályai is számtalanszor jelzik szerkezetükkel, hogy eredetileg vázak voltak, s később más körülmények közt egészítődtek ki.

Olyan esetekben, a mikor a körülményekkel, például igen gyors lehűléssel, elpárolgással, vagy szublimációval járó rohamos kristályképződést nem képes követni a kellő anyagpótlás, még nagyobb kristályok is öltethetnek vázszerű alakot. A selmeczbányai kvarczkristályokon, a főtt só kockáin, vagy a mesterségesen kikristályosított bizmutfém romboéderein igen gyakori dolog, hogy az élek tökéletes kifejlődése mellett a lapok tölcyszerűen bemélyednek.

A kristályok kifejlődése egyébként is sok rendellenességgel járhat. A ki egy ásványdarab kristályait gyakorlatlan szemmel nézegeti, ritkán tudja rajtuk fölismerni azokat a törzsalakokat, a melyeknek papíros-, üveg-, vagy famintái a legtöbb embernek nem a legkellemesebb iskolai emlékei közé tartoznak. Attól még akaratlanul is eltekint, hogy a kőso „koczkát“ nem négyzet, hanem csak téglalakú lapok határolják, de már alig hajlandó elhinni, hogy egy hatoldalú timsótábla, a melynek, mondjuk a 6. rajz vastag vonalai adnák a hű képét, „a szabályos háromszögekkel határolt oktaéder“.

Ezek a rendellenességek okozták azt is, hogy az olyan régóta ismert ásványkristályok szabályszerűségei fölött értetlenül siklott el az ember kutató pillantása, s csak a 16. században ismerte föl végül az egyszerű igazságot: bárhogyan változzék is a lapok alakja és nagysága, kölcsönös helyzetük, s egymáshoz mért hajlásuk mindig ugyanaz. Azt, hogy miért oly ritkák a mintaszerű kristályok a természetben, kísérletileg is könnyű megfejtetni, mert módunkban áll, hogy a legtökéletesebb alakból is torzot alakíthassunk, s viszont a szabálytalant kellő növesztéssel megjavíthassuk. Fektesünk például egy kiválogatott kis timsó-

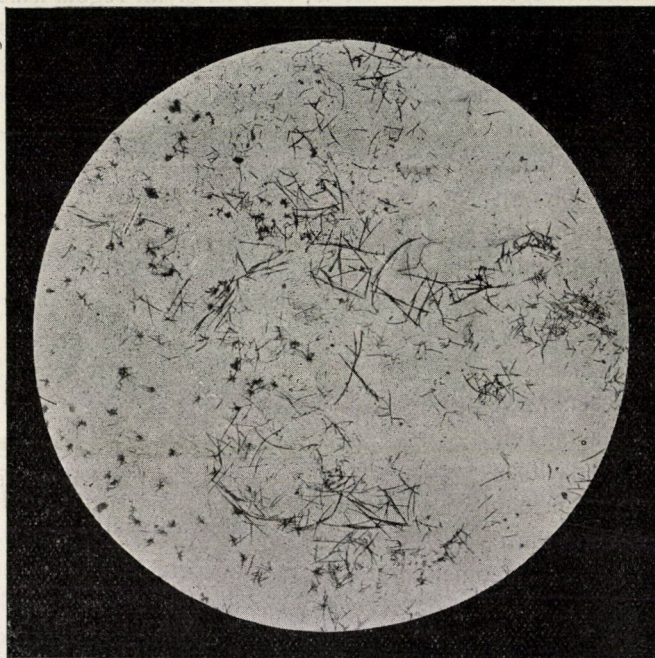


7. rajz. A vékony vonalakkal ábrázolt timsó-oktaéder egyenlőtlen növekedés következtében hatszögletes táblává torzul.

kristályt, a mely a stereometria szabályos oktaéderét lehetőleg megközelíti, telített timsóoldatba (a 7. rajz vékony vonalai). Állandó hőmérséklet esetén az oldat lassú elpárolgása mellett napok mulva határozott gyarapodást állapíthatunk meg, de nem mindenfelé egyenlő mértékben. A kristály függőleges irányban csak kevésbé vastagodott meg, de annál inkább szétterjedt, „ellapult,“ s vízszintes határlapjai a szabályos háromszögekből hatszögekké, az oldal-sók pedig trapézokká formálódtak át a nélkül, hogy ezzel irányuk is megváltozott volna. Szóval az a hatszögű tábla van előttünk, a melynek oktaéder voltában az imént még kételkedtünk! A ki azonban a fáradságot nem sajnálva, szabályos időközökben más-más lapjára fordítja át a növekedő kristályt, azt szabályos alakjának teljes megőrzése mellett tekintélyes nagyságúvá „hizlalhatja“. A dolog magyarázata igen egyszerű. A kristály növekedő lapjaira a velük közvetlenül érintkező folyadékrétegek anyagot raknak le; ezzel sűrűségük csökken s koncentrációs áramlás indul meg, mert a higabb oldat felszáll és helyébe tömöttebb tódul. Az oldalsó lapok mentén ez a helycsere könnyen megtörténik; a folyadék itt jóformán minden ellenállás nélkül siklik

fölfelé, egyre újabb anyagot hordva magával, míg a felső lapon a tapadás lényegesen meglapítja a kimerült oldat felszállását. Az alsón rajta fekszik a kristály, az alá folyadék egyáltalán nem kerül, s ha ott az élek növekednek is, a lap belseje anyag híján homorodott marad.

Ez a kísérlet egyúttal rámutat a tökéletes kristályok keletkezésének első feltételére is: mintaszerű csak akkor lehet a kristály, ha valamennyi lapja teljesen azonos viszonyok között növekedhetik.¹ A természetben erre leginkább a sűrűn folyó közetlávák legelőször kivált ásványainak van módjuk,



8. kép. Trichitek, vagyis szörszerűen görbült kristálysálacskák az alizarin éteres oldatából. (60-szoros nagyítás.)

a melyek az olvadékban lebegve sodródhatnak tova; ezért oly tökéletes alakúak például a lávákban jókora augitkristályai, vagy azok a kettős kvarcspiramisok, a melyek a verespataki Kirnikhegy andezitjéből kimállanak.

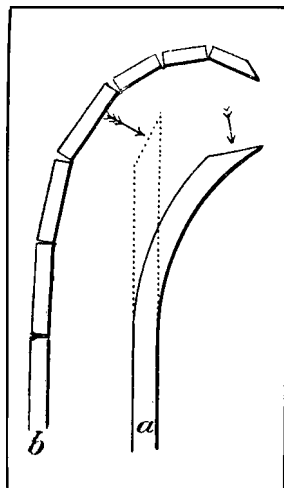
Jól kifejtett, tökéletes kristályok képződéséhez ezek szerint több körülménynek kell összevágnia; ez pedig a természetben jóformán csak véletlen eset. Ezért azután rendszerint torzult, sőt nem ritkán olyan képződményekre

¹ Olyan készüléket, mely a mesterségesen növesztett kristályoknak biztosítja ezt az előnyt állandó forgatás által, WULFF szerkesztett, mikor az egyes lapok növekedési sebességének különbözőségét vizsgálta.

akadunk, a melyeken a kristálytani szabályosság nyomát csak a szakértő szeme veszi észre. Ilyenek a kristályrácsok és az ezek összeszővődéséből eredő „*utánzó alakok*” is, melyeknek érdekes példái a réz, ezüst és arany dárdásan szétágazó, bádogszerű vagy hajtincsre, mohára, faágra emlékeztető csomói.

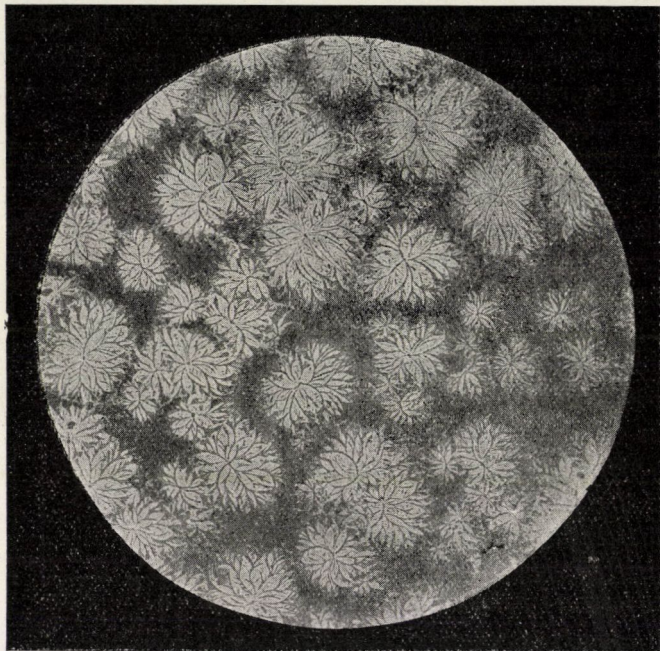
Sajátságos képződmények a *mikroliteknek* nevezett parányi kristálykák is, melyek mint bomlástermékek válnak ki az élő szervezetek sejtjeiben vagy zárványként vannak elhintve idegen ásványok és kőzetek anyagában. Egyik fajtájuk a *trichit*; ennek változatos alakjait számos kőzettüvegben tanulmányozhatjuk, keletkezésüket és érdekes mozgásukat pedig különféle sók (káliumbikromát, permanganát stb.) forrón telített oldatának beszáradásánál, de különösen nehezen oldható anyagoknak gyorsan párolgó folyadékból történő hirtelen kicsapódásakor figyelhetjük meg. A mint ezeknek az oldatoknak kristályosodása megindul, egy-egy szétszór-tan feltüinedező kristálycsírcskából egyszerre finom szálak sugárzanak szerte, a melyek igen rohamos megnyulásuk közben szőrszálak módjára meg-görbülnek, sőt valósággal bepödrődnek (8. kép). Némelyik kellően megvastagodott szál egy pillanat alatt egyenes darabokra töredezik szét, vagy mint a rúgó, egyenesre pattan, jelezvén azt, hogy olyan erőn győzedelmeskedett, a mely őt eddig nem neki való helyzetbe kényszerítette. A tűneményt LEHMANN szerint úgy értelmezhetjük, hogy a kristályszál végét alkalmasint egy ferde lap határolja, melyet tovább-növekedése közben a folyadék ellenállása vagy esetleg más akadály félrenyom eredeti helyzetéből, de csak addig, a míg a szál eléggé vékony és hajlékony; a vastagodásnál az egyre szaporodó kristálmolekuláknak az egyensúlyi helyzetbe törekvése mindig hatalmasabb erővé összegeződik, mely végül is győzedelmeskedik, akár teljes összefüggésben, akár pedig — az oszlopok széttördelésekor — részletekben (9. rajz).

Trichitekre vezethetők vissza sok esetben a kristálygömböknek (szferokristályoknak) nevezett golyó vagy korongalakú képződmények is, a melyeket a középpontból sugarasan szétágazó finom kristályszálak raknak össze. Keletkezésüknél egy magból több kristálytani irányban a párhuzamos sugaraknak egy-egy kötege indul ki, de útjában a trichiteknél jelzett módon ecetszerű kévékké hajlik szét, mely azután a szomszédos kévékkel találkozik s a közöket is kitölti. Ez annál inkább föltehető, mert a kristálygömbök magja néha jól fölismerhető egységes vázkristály vagy ilyenekből csillagszerűen



9. rajz. Trichitszál görbülése (a) és darabokra tagolódása (b).

összerótt többszörös iker. Szerkezetük különösen poláros fényben tűnik jól ki, mert ilyenkor a két főmetszetnek megfelelő fénykioltás fekete kereszt alakjában mutatkozik rajtuk, a mely a képződmény forgatásakor sem változtatja a helyzetét. A 10. képen például a *borostyánkősavas ammónium* alkohol-éteres híg oldatából gyors elpárolgáskor kivált trichitek mutatnak érdekes csoportosulást. A virágszerű rajzok középpontjában egy-egy apró kristályrögöcske áll s ebből futnak szét a többszörösen elágazó görbült



10. kép. A borostyánkősavas ammonium alkohol-éteres oldatából elágazó trichitek keletkeznek, melyek érdekes csoportosulásukban virágszerű rajzokat adnak. (50-szeres nagyítás.)

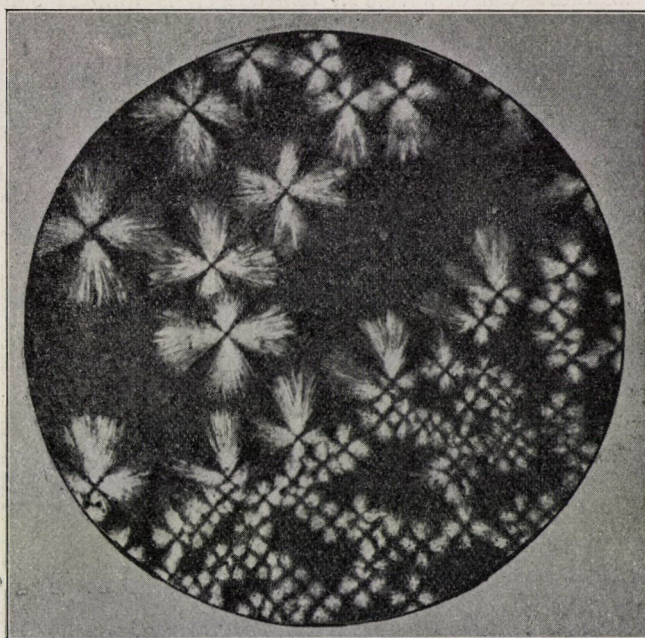
szálak. Minthogy a folyadékréteg ebben az esetben igen vékony volt, anyag hiányában a sugarak közei nem töltődhettek ki.

Az *amygdalin*-oldat gyors beszáradásnál gyantás hártát hagy a tárgylemezen, melyben egyes csomópontokból már sűrűbben álló, egyenes kristálysálak sugárzanak szét addig, a míg az anyag teljes kihűlése és megkeményedése a plaszticitást meg nem szünteti. Ezeket a képződményeket mutatja a 11. kép poláros fényben, a jellemző kioltási keresztel.

A 12. kép világosan jelzi, hogy a trichitek keletkezése a kristálykiválás gyorsaságától is függ. A *hippursav*, melyről egy pelyhes képződményt már a 6. kép mutatott be, alkoholtartalmú vizes oldatából melegítéskor szintén gyantás

rétegben válik ki, a mely ezt a sajátságot kihűlés után is sokáig megtartja. Ha azonban a készítményt újabb gyors fölmelegedésnek tesszük ki, kristálygömbök keletkeznek benne, melyek magasabb hőfokon végtelenül apró, finom mikrolitek tömegéből rakódnak össze, majd kihűlés után nagyobb kristálylemezekkel lassabban folytatják növekedésüket. Ismételt melegítés és lehűtés váltakozó gyűrűket okoz, mint a 13. képen látható.

A ki valamely ásványgyűjteményt végigtanulmányoz, csodálkozva láthatja, hogy ugyanaz az anyag milyen sokféle külső alakban szilárdult meg.



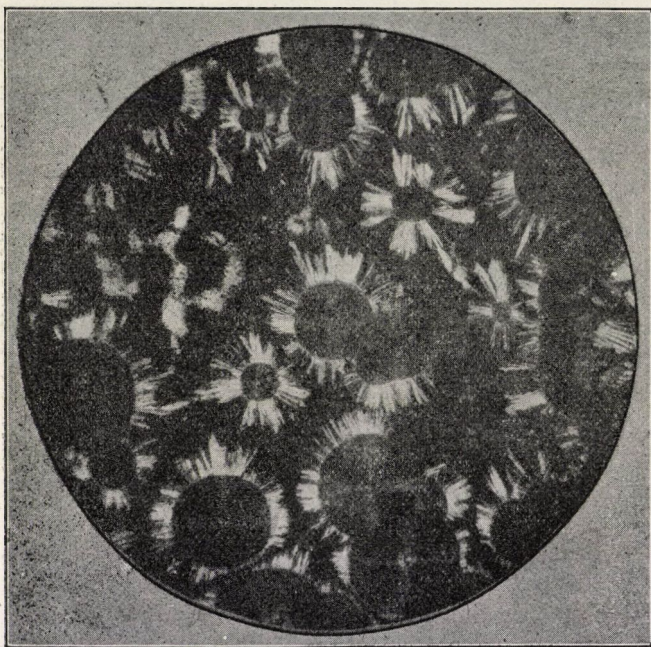
11. kép. Az amygdalin szferokristályai poláros fényben, a jellemző kioltási kereszttekkel.

A mészkőhegyek repedéseit kibélelő kalczit például egyszer tompa, máskor hegyesebb, sőt valósággal tűszerű romboéderekben tűnik föl; más helyeken a legkülönbözőbb szkalenoéderek alakját ölti magára, legtöbbször azonban számos, különféle helyzetű lapocskától csillog, mintha csak valami boszorkányos ügyességű velencei üvegcsiszoló remekbe készült miniatűr mester-munkája volna. A kristályoknak ez a külső dísz egy bizonyos termőhelyre olyan jellemző, hogy a szakértő sokszor már ebből is meg tudja állapítani, a világnak melyik bányájából került az illető ásványdarab napfényre. Nem szenved kétséget, hogy ennek okát a keletkezésnél közreműködő külső hatások azonosságában kell keresni, de föltétlenül latba esik a növekedés időtartama is, mert nem kerülheti el a figyelmet az a tény sem, hogy az

egy csoportban nőtt kristályok általános hasonlósága mellett az apróbbak mégis ékesebbek, míg az „öregék“, mintha csak az érett komolyságot akarnák példázni, kevesebb laptól csillogó egyszerűbb köntöst viselnek.

A termőhelylyel változó külsőt megmagyarázza az a viselkedés, a melyet a növekedő mesterséges kristályok a környezet nyomásának, a hőmérsékletnek, az oldat sűrűségének és a kiválás gyorsaságának megváltozásakor vagy idegen vegyületek jelenlétében tanúsítanak.

A nyomás módosító hatását érthetővé teszi az a tény, hogy ennek növekedése az oldhatóságot s vele a telítettséget is fokozza s még oldha-



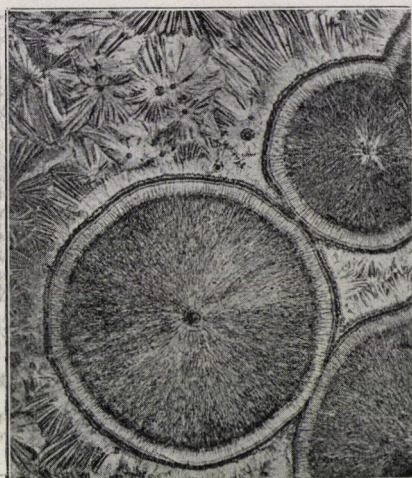
12. kép. A hippursav gyorsan keletkezett szferokristályai, melyeket a kihülés után már csak lassan. kiváló vastagabb kristálytűk sugarasan öveznek körül. (Poláros fény, 50-szeres nagyítás.)

tatlannak mondott anyagokat is oldhatókká változtathat. Bizonyításul ide iktatom ENGEL és VILLE adatait, melyek szerint a széndioxiddal telített víz egy litere 19·5 C°-on

1 légköri nyomáson			25·79 g	5·6 légköri nyomáson			46·2 g
2·1	„	„	33·11	6·2	„	„	48·5
3·2	„	„	37·3	7·5	„	„	51·2
4·7	„	„	43·5	9·0	„	„	56·5

magnéziumkarbonátot tud feloldani.

PFAFF megállapította, hogy a nehezen oldódó gipszből 20 légköri nyomáson $1\frac{1}{2}$ -szer többet vesz föl a víz, sőt az egyébként oldhatatlan földpát 160 légköri nyomással 3 nap alatt 1:3436, a kvarcz pedig 290 légköri nyomás mellett 4 nap múltán 1:4700 arányú oldatot adott. Az oldatnak ilyenformán változó sűrűsége pedig a növekedés gyorsaságát és természetesen a koncentrációs áramlást is módosítja, sőt az oldatokat helyenként olyan idegen anyagok fölvételére is képesíti, a melyek máskülönben nem lehetnének benne; ezek pedig, miként már említettük, szintén hozzájárulnak a kristályalak megváltoztatásához. Ugyancsak nagy jelentősége van a nyomás nagy-



A



B

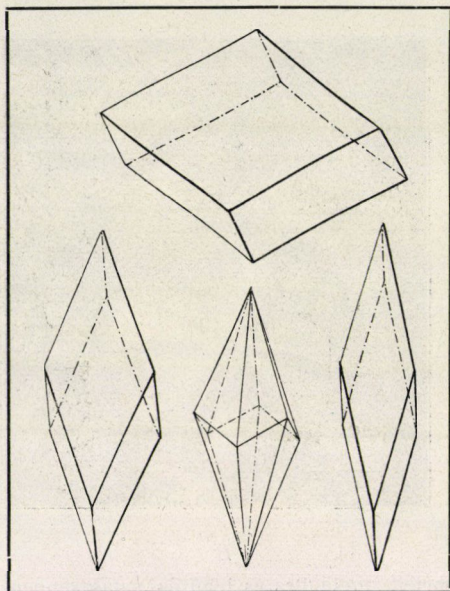
13. kép. A hippursav szferokristályain ismételt melegítés és lehűtés hatásaképpen apróbb és nagyobb lemezekből álló váltakozó övek keletkeznek. A közönséges fényben; B poláros fényben. (30-szorosan nagyítva.)

ságának az olvadékok kristályosodásánál is, hiszen az anyag olvadáspontja ennek változásakor jelentékenyen eltolódhatik. A föld mélyében összesajtolt kőzetlávákban például egészen más hőfokon állhat be a kristály kiválása, mint a felszínen történnék.

Régen ismert tény a kristályosodó anyag mellett jelen levő, chemiailag egyébként közömbösen viselkedő vegyületek alakváltoztató hatása is. A *timsó* például tiszta oldatából egyszerű oktaéderekben válik ki, de ha lúgos anyagot, vagy boraxot is keverünk bele, az oktaéder csúcsán nemsokára a koczka tompító lapjai jelennek meg, sőt sikerül az eredeti alakot a hexaéderrel teljesen ki is szorítani. A *konyhasónak* megszokott alakja a koczka, de igen kevés karbamid, Cr, Cd vagy Ca-klorid jelenléte is elegendő, hogy a helyett oktaéderben kristályodjon ki. De az említett *kalcsit* változatos-

ságának oka sem ismeretlen már, mert VATER és CREDNER kísérleteiből kiderült, hogy tiszta mészsódatból mindig a tompább, úgynevezett alapromboéder (14. rajz) válik ki, változó arányú KCl és KNO_3 szennyezésnél másféle romboéderek keletkeznek, alkáliszilikátok hatására pedig a lapokban bővelkedő, bonyolódottabb alakok létesülnek.

A tapasztalat elméleti magyarázata mindenesetre nem könnyű, de QUINCKE, CURIE és WULFF fejtegetései szerint valószínűleg a *felületi feszültséggel* kapcsolatos, a mely a kísérőtársak jelenlétében módosul.



14. rajz. A mészpát tompább alapromboédere, két hegyesebb romboédere és egy szkaloédere.

A magyarázatok kiinduló pontja az a régebben ismeretes fizikai tüne-
mény, hogy két egyenlő sűrűségű, de nem elegyedő folyadék egyike a másiknak nagyobb tömegében lebegve golyóvá gömbölyödik, a mint azt például vízbe tett borszesz-olaj keveréken láthatjuk. (PLATEAU-féle kísérlet.) A legömbölyödés oka itt az, hogy az olajcsepp felületi molekuláit a belülfekvőknek tömege sokkalta nagyobb erővel vonzza, mint a velük érintkező vízmolekulák. Ilyen módon olyan feszültség keletkezik, melyet a csepp felületének csökkentésével, tehát a legkedvezőbben legömbölyödéssel igyekszik lehetőleg kisebbiteni.

A folyadék és a növekedő kristály határán is kell ilyen feszültségnek keletkeznie, a mely a kristálytest felületét is gömbbé alakítaná, ha a már

kész szilárd test ellenkezése és belső kristályképző, molekulákat rendező ereje nem dolgoznék ennek ellenében. A végső eredmény olyan lapok keletkezése lesz, a melyek a kétféle hatás eredőinek felelnek meg. Ha tehát a kísérőtársak hatására ez a felületi feszültség változik, a keletkezett lapok helyzete is más lehet, jóllehet a kristály anyaga és molekulaszervezete teljesen azonos maradt.

Azt, hogy a felületi feszültség mennyire küzd a kristály belső erőivel, érdekesen igazolja némely vegyület, a mely *dimorf*, vagyis két különböző, eltérő szimmetriájú alakban szilárdulhat meg; a két alak egyike mindig szilárdabb s így állandóbb, másika pedig állhatatlanabb szerkezetű. Ha semmi külső kényszer nem gátolja a molekulákat, azok az állandóbb vázat

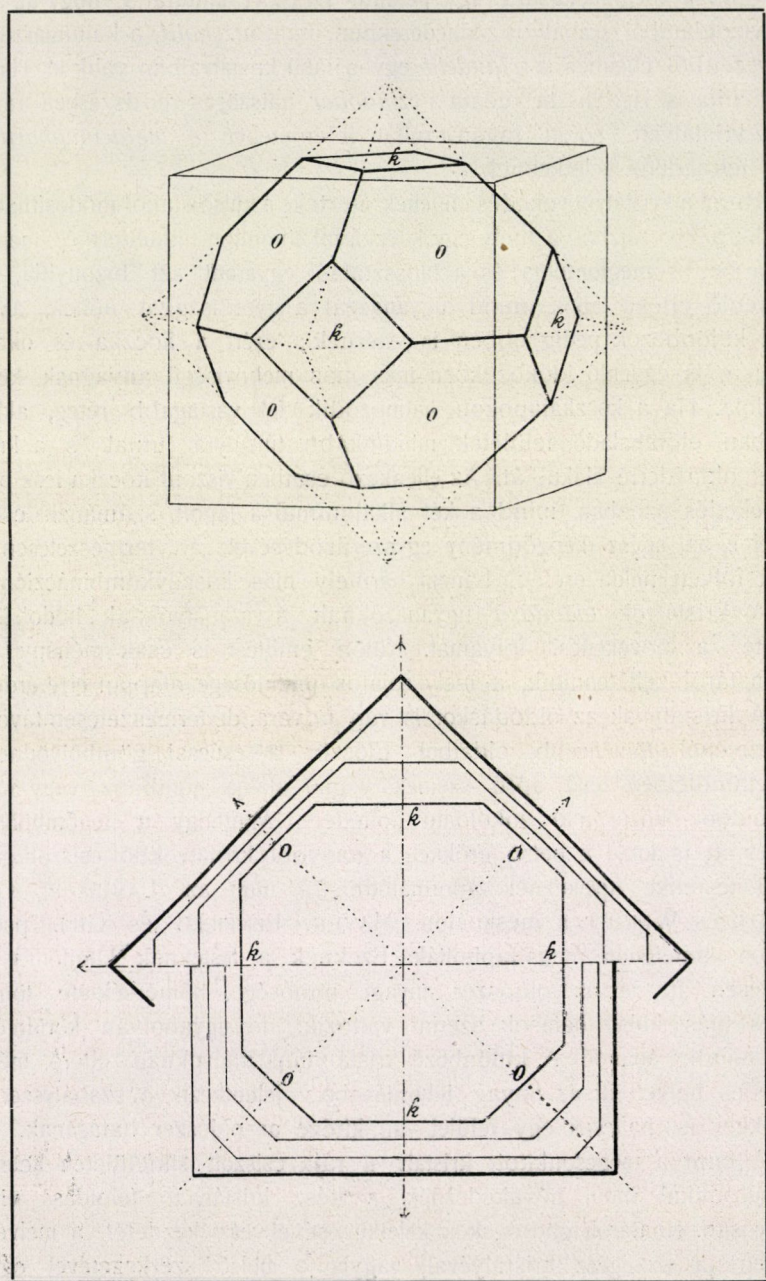
építik fel; de a tapasztalás szerint közömbös kísérőtársak jelenléte is elegendő ennek meghiusítására. Így például DEBRAY kimutatta, hogy az As_2O_3 tiszta vízdadatából szabályos oktaéderekben, mint *arzenolit*, a káliumarzenáttal szennyezettből ellenben a *claudetit* egyhajlású kristályaiban válik ki. Hasonló módon adja a HgS tiszta oldata a *czinnober* hatszöges rendszerbeli trapezoides kristályait, holott higanyszulfát jelenlétében a *metacinnabarit* szabályos tetraéderei keletkeznek.

Hogy a kristálynövekedés idejének mértéke a külső alakot módosíthatja, az kiviláglik a 15. rajzból, a mely egy kockával tompított oktaédert és metszetét mutatja be. A megfontolás és a tapasztalás egyaránt azt bizonyítja, hogy az egyenlő értékű lapok mind ugyanazzal a gyorsasággal nőnek, az egymástól különbözők pedig ebben is eltérnek; ezért a kocka és oktaéder felületekre is egyenlő időközökben más más mennyiségű anyagnak kell lecsapódnia. Ha a kockalapokon halmozódik fel vastagabb réteg, akkor a lassabban előrehaladó felületek mindinkább túlsúlyra jutnak s a kristály teljesen oktaéderré alakul át. Az ellenkező esetben viszont kocka lesz belőle. A növekedés azonban mind a két alkalommal a lapok számának csökkenésével s az egész képződmény egyszerűsödésével jár, természetesen nem csak a fölvetett példa esetén, hanem bármely más kristálykombinációnál is.

A kristályok *oldódása* ugyanazoknak a szabályoknak hódol, mint ellentéte, a növekedési folyamat. Külön említést is csak néhány olyan mozzanatáról kell tennünk, a mely sajátos jelentősége alapján erre érdemes.

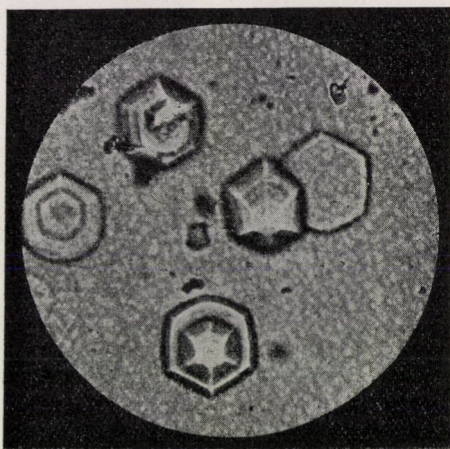
A kristálynak az oldódáskor is van udvara, de természetesen távolabbi környezeténél töményebb oldatból. Először a csúcsai gömbölyödnek le s az eltűnőfélben levő apró szemek végső alakja gömbhöz vagy forgási ellipszoidhoz közel álló sokoldalú poliéder. Minthogy a legömbölyödési törekvés itt is küzd a belső erővel, a nagyobb kristályokból csiszolt golyók síklapú testekké igyekeznek átformálódni, a mint azt LAVIZZARI, GOLDSCHMIDT és WRIGHT a mészpáton, MAYER, PENFIELD és GILL pedig a kvarczon ismételtén megállapították. Ezeknek a testeknek kifejlődése természetesen itt is az oldószer anyagi minősége, hőmérséklete, töménysége és más külső hatások szerint változik, de ugyanolyan körülmények között mindig állandó. A különböző kristálytani irányokban eltérő mértékű növekedés helyett itt az anyag lehordásában jelentkezik a szabályszerűség, még akkor is, ha csak egy felület van kitéve az oldószer hatásának.

A mint a megcsonkított kristály a rája csiszolt síkfelületen keletkező kis csúcsokkal indul növekedésnek, a kész kristálylap feloldása viszont szabályosan elhatárolt gödröcskék keletkezésével veszi kezdetét, a melyeknek szimmetriája az egész kristályéval, vagyis a belső szerkezetével egyező. Ezek az úgynevezett *étetési gödröcskék* különösen BAUMHAUER alapvető tanulmányai óta a kristálytani vizsgálatok rendkívül fontos segítői lettek s

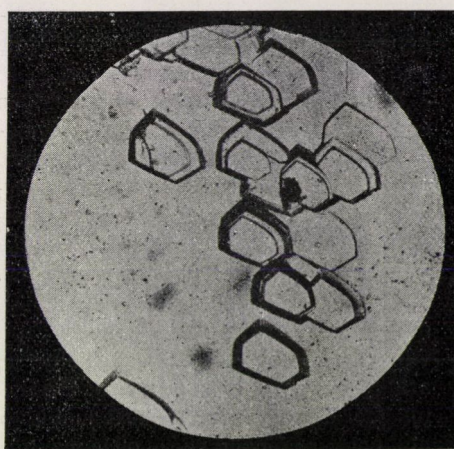


15. rajz. A kockával (k) kombinált oktaéder (o) lapjainak eltérő mértékű növekedése következtében egyszerű kockává vagy oktaéderré alakul át.

igen sok kérdés megoldásához vezettek, a mely e nélkül nem lett volna eldönthető. Sok ideig például az volt a meggyőződésünk, hogy a kalczit és a dolomit (CaCO_3 és $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) kristályai egyenlő belső és külső szerkezetűek, vagyis izomorfok, holott ezt kémiai szempontból sehogys tudjuk megokolni. Az étetési kísérletek ki is derítették, hogy a megegyezés csakugyan nem teljes, mert a mészpát romboéder lapjain szimmetriás, a dolomitén ellenben szabálytalan alakú gödröcskék támadnak az oldáskor, belső szerkezetüknek tehát egészen eltérőnek kell lennie. A csillámok látszólag hét szimmetriasíkkal osztható kristálytábláin is olyan oldási gödrök marathatók fluórsavval vagy erős lúgokkal, a melyek nemcsak sokkalta töké-



16. kép.



17. kép.

Egy biotit (16. kép) és egy lithionit (17. kép) fluórsavval maratott lemezén keletkezett étetési gödrök mikroszkópi képe.

letlenebb szimmetriájú belső szerkezetre vallanak, hanem még az egyes csillámfajok között is, bár külsőleg igen hasonló, lényeges különbséget derítenek ki. A 16. és 17. kép például egy világosbarna biotit és egy ugyanilyen lithionit csillám egyenlően maratott lemezéről készült mikroszkópi fölvétel.

A röviden felsorolt adatokból is kiviláglik, hogy a kristályok növekedése és feloldódása nem a véletlen szeszélyétől függő, hanem természeti törvényektől szabályozott folyamat. Tanulmányozása igen sok érdekes és élvezetes megfigyelésre nyújt alkalmat s bár gyakorlati hasznát egyelőre nem sokat ígér, az eddigi eredmények is eléggé biztatók, hogy a természet működésének megértését itt is remélhessük. Ez pedig, a mint számtalan példa igazolja, még a legjelentéktlenebbnek látszó elméleti ismeret gyakorlati felhasználhatóságát is biztosítja.

Dr. Toborffy Zoltán.

A tifuszbacillus gyors kimutatásának módjai.

A világháború szembetűnően megmutatta, hogy az orvostudomány a ragályos járványokat okozó betegségek ellen ma már milyen sikeres küzdelmet tud kifejteni. Csak még néhány évtizeddel ezelőtt hasonló kavarodás nyomán kérlelhetetlenül jelentkeztek volna a pusztító ragályok s útját állották volna a hadviselés folytatásának, ezért, bármily különösen hangzik, mégis elmondhatjuk, hogy részben az orvostudománynak rovására írható, hogy a béke anyaga még mindig nem akar leszállani a földre.

A járványok elleni védekezésben éppen úgy, mint a háború harczterein, a legfontosabb mindig annak pontos meghatározása, hogy az ellenség hol lappang. Ebből a szempontból az emberiséget fenyegető járványok közül a legveszedelmesebbek egyike a hasi hagymáz (typhus abdominalis), melynek megjelenése ugyan kevésbé rémületet keltő, mint a többieké, mert szórványosan a béke idejében is előfordul, aránylag lassú lefolyású és számos esetben magától is meggyógyul, azonban minthogy alattomos módon állandóan ott lappang az emberek között, mintegy lesve a támadásra kedvező alkalmat, végeredményben talán sokkal több kárt okoz, mint a hirtelen nagy hatalommal megjelenő egyéb, mondjuk őszintébb járványok. Ezért a közegészségügynek egyik legfontosabb feladata a tifusz elleni védekezés s ennek terén az első lépés a betegséget okozó csirák (tifuszbacillusok) jelenlétének megállapítása.

Legnagyobb mennyiségben találhatók a tifuszbacillusok a tifuszban szenvedők testében, különösen bélsatornájában és vizeletében, de jelen lehetnek olyan egyének testében is, a kiken a tifusz tünetei nem mutatkoznak (bacillus-gazdák). A betegség okozóinak az ember testében való felkutatására az idők folyamán különböző módszereket és eljárásokat ajánlottak, a melyeknek ismertetése némi világosságot vet a többi bacillus okozta betegségek elleni védekezés módjaira is.

Mai ismereteink szerint a tifuszos fertőzés úgy keletkezik, hogy a tifusz okozóit lenyeljük, vagy a fertőzött vízzel megisszuk, s a lenyelt bacillusok gyomrunkból a belünkbe és innen a vérünkbe jutnak s megfertőzik az egész szervezetet. A tifuszbacillusok már a betegség első hetében kimutathatók a vérben. A vizsgáló eljárás abban áll, hogy a betegnek egyik gyűjtőeréből, pl. a könyökhajlat ereinek egyikéből vért veszünk és ezt a tifuszbacillusok kedvelt tápláló talajába: epébe vagy epés húslevesbe öntjük, 24 órára ezt a tápláló talajt 37^o-ra fölmelegített termosztatba tesszük és azután belőle néhány platinakacsnyi mennyiséget úgynevezett DRIGALSKI-féle lemezekre veszünk át, a hol sikeres esetben 24 óra múlva már szabad szemmel is jól látható kékes tifusztelepek fejlődnek. A DRIGALSKI-féle lemezek tudniillik úgy készülnek, hogy az ágáros tápláló talajhoz még lakmuszoldatot és tejcukrot adunk; ezen a kékes, átlátszó anyagon, a melyet csíráltatott PETRI-féle csészébe öntünk, a hol megmerevedik, a tifuszbacillus telepei kékes színben tűnnek át, míg pl. a *Bacterium coli* (a bélsatorna állandó lakója) vörös színben jelenik meg, mivel a tejcukrot savképződés közben elbontja és a sav a lakmuszt megvörösíti. Ha nem a vérben, hanem a bélsárban akarjuk a tifuszbacillusokat kimutatni, akkor a gyanús bélsár igen csekély mennyiségét DRIGALSKI-féle lemezekre szétkenjük és a 24 óra múlva mutatkozó telepek közül kiválasztjuk a tifuszra gyanúsakat, a melyeket azután agglutináció segítségével meghatározunk. Velejében tehát ez a módszer azon alapszik, hogy a kimutatandó tifuszbacillusokat a nekik kedvező, míg más baktériumokra kevésbé kedvező tápláló talajokra visszük át. Minthogy a kimutatás 2—3 napot vesz igénybe, természetesen többen arra igyekeztek, hogy ezt az időt megrövidítsék. Az alábbiakban néhány eljárást fogok ismertetni,

a melyet az utóbbi időben a tifuszbaczillusok gyors kimutatására ajánlottak, és a melyet több-kevesebb sikerrel gyakorlatilag ki is próbáltak.

KOENIGSFELD¹ a kitűzött célzt olyan módon érte el, hogy az epében való szaporítást egyesítette a DRIGALSKI-féle lemezekben való elkülönítéssel, oly módon, hogy a megvizsgálandó vér néhány cseppjét olyan DRIGALSKI-féle csőbe öntötte, a mely kevés (1—2 cm³) epét tartalmaz a kondenz-víz helyett, a DRIGALSKI-féle tápláló talajt pedig olyképpen módosította, hogy tejczukor helyett mannitot tett bele. A DRIGALSKI-féle cső többszörös megbillentésével a vizsgálati anyaggal beoltott epét a táplálótalajon végig folyatta s így sikerült 12—18 óra múlva szabad szemmel látható tifuszbaczillustelepeket nevelnie, a melyek azonban ebben a módosított DRIGALSKI-féle csőben vörös színt öltenek. A hasonló módon beoltott endo-csövek segítségével a telepek a koli baczillustól és más baktériumoktól rögtön elkülöníthetők, a mennyiben a *Bacterium coli* mannitos DRIGALSKI-féle csővön vörös ugyan, de az egyúttal beoltott endo-csővön szintén vörös, míg az utóbbin a tifuszbaczillus szintelen telepeket alkot. Az eljárás a gyakorlatban valóban beválhik, de hibája is van. A vizsgálatra küldött vér ugyanis igen sokszor szennyezett, benne más baktériumok is vannak, a melyek a vérvétel közben kerülnek beléje és ezek az említett színreakciókat teljesen megzavarják s e miatt a fenti differenciálás nem sikerül s a csővekből való kitenyésztése az esetleg mégis jelenlevő tifuszbaczillusoknak igen nehézé válik.

SCHMITZ² azon tapasztalat alapján, hogy vannak tifuszbaktérium-törzsek, a melyek közönséges táplálótalajokon, sőt még DRIGALSKI-féle lemezen is csak nehezen fejlődnek, a DR. SZÁSZ által ajánlott szérum-ágárt vezette be a bakteriológiai gyakorlatba, még pedig azért, mert ezen még

a legkényesebb tifuszbaczillus-törzsek is gyorsan fejlődnek s így kitenyésztésük többször sikerül, mint más közönséges lemezekben, főleg ha koffeint adunk hozzájuk (a mi a koli-bacillusok fejlődését gátolja) és jelzőül a LIEBERMANN LEÓ¹ által ajánlott kongót használjuk.

A tifuszbaczillusokat a bélsárból közönségesen úgyis kimutathatjuk, hogy borsónyi bélsárból és néhány köbcentiméter konyhasós vízből készült emulzióhoz ugyanannyi petróleumért öntünk, jól összerázzuk, majd pedig az állás közben szétváló folyadékok határáról oltunk endo-lemezekre; tifuszbaczillusok jelenlétében sokjól fejlett tifuszbaczillus-telepet kapunk, míg a koli-bacillus szaporodása a petróleuméter hatása következtében elmarad.

SCHÜRMANN A.² a tifuszbaczillusok gyorsított kimutatása céljából néhány köbcentiméter vért vesz a betegből, ezt az epecsövekbe önti s az így kapott epe- és vérkeveréket nagyobb kaliberű ágárral telt csövekben széleszti, vagy pedig, a mi még jobb, szögletes üvegben (nagyobb felszín) szétterített ágárra önti; a lényeges a dologban az, hogy az ágárcső többszörös megbillentésével a vér- és epekeverékét időnkint át hagyja ömleni az ágár felszínén, a melyen ilyenformán már esetleg 12 óra múlva, de legkésőbb 24 óra elteltével megjelennek a jellegzetes harmatcseppszerű tifuszbaczillus-telepek. Ez az eljárás tehát 24 óra nyereséget jelent, a mi semmi esetre sem kicsinylendő eredmény.

CARNOT P. és WEILL-HALLÉ B.³ francia bakteriológusok is dolgoztak ki gyors eljárást a tifuszbaczillusok kimutatására bélsárból. E módszer leírása eredetiben sajnos nem állott a rendelkezésemre, de tetszetős volta miatt lehetőleg a közölt adatok alapján magam is megpróbáltam az eljárás utánzását. Ők abból a fölvételből

¹ Deutsche med. Wochenschrift, 1914 51. szám.

² Deutsche med. Wochenschrift, 1916, 6. sz.

³ Compt. Rendus Ac. Sc. Paris, 1915, 4. sz. — Természettud. Közlöny, 1915, 633—634. füzet.

¹ Münch. med. Wochenschrift, 1915, 4. szám.

² Centralblatt f. Bakt., 1915, 6. és 7.

indulnak ki, hogy a bélbaktériumok közül a tifuszbacillusok mozognak a leggyorsabban s ezért az alapján megszükitett és „U”-alakúan görbített csőnek fenekére homokot és erre annyi húslevest töltenek, hogy az a 10 cm vastag homokoszlopot az „U”-cső mindkét szárán túlhaladja. A vizsgálendő bélsarat a cső egyik szárába oltják be s tifuszbacillusok jelenléte esetében 18 óra múlva a cső másik szárában a tifuszbacillusokat tiszta tenyészet alakjában ki lehet mutatni, a mennyiben föltehető, hogy ennyi idő alatt azok már átjutottak a homokrétegen, míg a lassabban mozgó többi baktérium még nem; természetes, hogy hosszabb idő elteltével ezek is átjutnak a cső másik szárába. A módszer tehát igen tetszetős, de alapos meggondolás után elméletileg több kifogást tehetünk ellene. Mindjárt a kiinduló pontul szolgáló fölvetel sem egyezik teljesen a valósággal, mert különösen kóros viszonyok közt (és éppen ilyen esetekről van szó) nem a tifuszbacillusok a bélsatorna leggyorsabban mozgó baktériumai, mert például a *paratifusz bacillusának*, a *kolerabacillusnak*, sőt még a *Bacillus enteritidis* GÄRTNER-nek is élénkebb lehet a mozgása, mint a tifuszbacillusé; a bélsatorna rendes lakói közül a *Bacillus foecalis altaligenes* is oly élénken mozog, hogy ezen a módon a tifuszbacillusoktól nem lehet megkülönböztetni, annál kevésbbé, mert tudvalevőleg vannak lassabban mozgó tifuszbacillustörzsek is s viszont magamnak is volt alkalmam egy olyan *Bacillus coli*-törzset elkülöníteni, a mely egyéb rendelkezések mellett a tifuszbacillusokhoz hasonlóan élénken mozgott. Mindezekhez járul még az a körülmény, hogy abból, hogy egy baktérium-törzs jól mozog, nem lehet határozottan arra következtetni, hogy annak egyenes irányú tovahaladása is jelentékeny, mert a baktériumok legnagyobb része (elmentében a kolerabacillussal) nem egyirányú, hanem szabálytalan ide-oda lebegő mozgást végez; ennél fogva tehát mégsem egészen bizonyos, hogy a homokszűrőn a tifuszbacillus fog legelőbb átjutni.

Az elméleti aggályokat, a melyeket az eljárás iránt tápláltam, a gyakorlat igazolta, a mennyiben ellenőrző kísérleteim valóban nem adtak oly jó eredményeket, mint a milyeneket a francia közlemény alapján vártunk volna. Elsősorban azt igyekeztem meghatározni, hogy a tifuszbacillusoknak körülbelül mennyi időre van szükségük, hogy a homokrétegen átvándoroljanak, ezért tifuszbacillus-kultúrából emulziót csináltam s ebből a meglehetősen sűrű emulzióból 5 cseppet adtam az „U”-cső egyik szárába s néhány óra elteltével a másik csőben iparkodtam a tifuszbacillusokat kimutatni, még pedig úgy, hogy nem függő cseppben vizsgáltam a bacillust, hanem három kacsnyi mennyiséget DRIGALSKI-féle lemezre oltottam át s azt ott elkenve, 24 óra múlva megvizsgáltam; ilyenkor igen kisszámú tifuszbacillus jelenlétében is a lemezeken elszórt tifuszbaktérium-telepeket kellett volna látnom. Ezen kísérletek eredményeként kitűnt, hogy a tifuszbacillusnak 37 C^o-osthermosztatban 10 cm magas homokrétegen való átvándorláshoz 12—18 óra kell, tehát átvándorlásuk ideje változékonyságú látszik függ a homokréteg szemecskéinek nagyságától is. Minthogy olyankor, a mikor a tifuszbacillust a bélsárban akarjuk kimutatni, a koli-bacillust találjuk a tifuszbacillus mellett a legnagyobb mennyiségben, ezért a *Bacillus coli*-val is a fentihez hasonló kísérleteket végeztem, de mivel a *Bacillus coli*, hol hamarabb, hol pedig jóval később jutott át a homokrétegen az „U”-cső másik szárába, elhatároztam, hogy a tifuszbacillust és a *Bacillus coli*-t egyszerre fogom az „U”-csővekbe beoltani és a leírt módon megvizsgálom, hogy a tifuszbacillus valóban hamarabb jut-e át a homokrétegen, mint a *Bacillus coli*, és hogy milyen hosszú az az idő, a mely alatt az „U”-cső vizsgálendő szárában még csakis tifuszbacillusok vannak jelen. E kísérletek azt eredményezték, hogy a tifuszbacillusok néha valóban legelőbb, 12—18 óra múlva jutottak át a homokon és ilyenkor tiszta tenyészet alakjában voltak ott jelen, más-

kor azonban rövidebb idő múlva (12—14 óra) már együtt találtam a tifuszbaczillust és a *Bacillus coli*-t, ebből tehát az következik, hogy bár az eljárás néha beválik, mégis általában megbizhatatlan. Ezeket a szeszélyes eredményeket annak tulajdonítom, hogy az egész módszerválójában nem egyéb, mint a homokrétegen keresztül való szűrés, a mely az egyes baktériumfajok biztos elválasztására ilyen alakban nem alkalmas. Meglehet azonban, hogy jó eredményekre fog vezetni ez az eljárás a vízvizsgálat terén, a mire nézve már is vannak az irodalomban biztató közlemények.¹

Igen elmés az az eljárás, a melyet KUHN PH.² tett közzé a tifuszbaczillusok kimutatására. Ő abból a tapasztalatból indult ki, hogy a szén (carbo animalis) finom pora vonzó hatással (affinitas) van a baktériumokra, és mivel azt észlelte, hogy a vonzódás a tifuszbaczillusoknál erősebb, mint más mikroorganizmusok-

¹ CARBONELL; Wiener Klin. Wochenschrift, 1915, 37. szám.

² Medic. Klinik., 1915, 48. szám.

nál, azért a következőképpen járt el: A vizsgálandó bélsárnak kis mennyiségét vízben emulzióvá dörzsölte szét s ehhez adta a carbo animalis porát, a melynek szemecskéihez a tifuszbaczillusok nagyobb mennyiségben tapadnak hozzá (az oda-tapadást mikroszkóppal is megfigyelhetjük), mint más baktériumok, tehát ha a szénszemecskéket leülepedés után endo-lemezen szétkenjük, 24 óra múltán sok tifuszbaczillus-telep fejlődik ki, míg egyéb baktérium alig nő. Az eljárás tehát bizonyos mértékig elektív, a gyakorlatban azonban még nincs kipróbálva.

A fentebbiekből láthatjuk, hogy ma már a tifuszbaczillusok kimutatásának igen sok módját ismerjük, melyek közül több már általánosan elterjedt és használatban is van, míg mások a kezdet nehézségein még nem jutottak túl, de mindenesetre példát nyújtanak arra, hogy miképpen lehet egyes megállapított tudományos tételeket kellő szorgalommal ügyesen a gyakorlati vizsgálat céljainak szolgálatába állítani. Dr. Jankovich László.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

I. AZ ÁLLATTAN KÖRÉBŐL.

A vérével védekező katiczabogár reflexvérzése. Régóta ismert jelenség, hogy ha a katiczabogarat (*Coccinella*) megérintjük, végtagjait és csápjait hasa alá húzza s végtagjainak a czomb (femur) és lábszár (tibia) közötti ízülete helyén nagy ragadós folyadékcsapp jelenik meg. A folyadékcsappet CUÉNOT megvizsgálta és megállapította, hogy e folyadék nem mirigyváladék, miként azt többen állították, hanem igazi vér, miként már LEYDIG helyesen kimutatta. A most ismertetett jelenség reflexvérzés néven ismeretes.

A reflexvérzésnek nagy a biológiai jelentősége, mert a kiserkedt vér a katiczabogaraknak hatásos kémiai védelmi eszköze. A vér ugyanis mérges és kellemetlen ízű anyagokat tartalmaz, mely a rovarevő

állatok legnagyobb részét távol tartja a katiczabogaraktól.

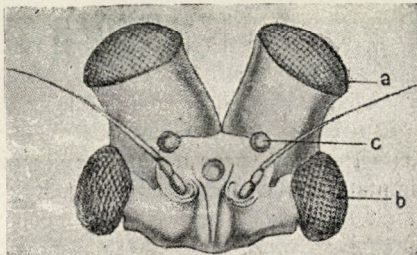
A katiczabogarak reflexvérzésének mechanizmusáról eddig az elfogadott vélemény, hogy a czomb és a lábszár közötti ízületen nincsenek a vér kiürülésére alkalmas állandó nyílások; a vérzés olyanformán következik be, hogy midőn a katiczabogár holtat színlelve, végtagjait hasa alá húzza, izmainak összehúzódása és potrohának megfeszülése következtében a vér nagy nyomás alá kerül s a kisebb ellentállású helyeken, nevezetesen az előbb említett ízület helyén, ideiglenes nyíláson kiürül. Ez a nyílás utóbb újra elzáródik, részben oly módon, hogy szélei összetapadnak, részben, mert a nyílást véralvadék elzárja.

A katiczabogarak reflexvérzésének mechanizmusát legújabbán Lutz K. G.¹ vizsgálta meg pontosabban s a következő eredményre jutott: A katiczabogarak czombja és lábszára közti ízület igazi csuklóizület, melynek segítségével csak egy irányú mozgás lehetséges. Az ízület helyén a czomb végső részét több rétegű chitinhártya fedi s ennek legkülsején a külső oldalon van egy rés. Ha a lábszár feszítő izma összehúzódik, a végtag kiegyenesedik, de ilyenkor vérzés nem lehetséges, mert az ízületi hártarészlet, melyen a rés van, az ínhoz szorul és ennek következtében elzáródik. Ha a lábszár hajlító izma összehúzódik, akkor sem áll be vérzés, mert a réssel ellátott ízületi hártarész a czomb külső vázához szorul s a rés zárva marad. Ha azonban a katiczabogár holtat színlelve végtagjait erősen a hasa alá húzza, úgy hogy lábszára czombjához szorul olyanformán, mint a kés pengéje a nyeléhez, a czombra kifejtett nyomásával a czomb belsejében a nyomást oly nagyra fokozza, hogy a vér a nyíláson keresztül kiserked. A czombban levő nyomást még az is fokozza, hogy a mikor a katiczabogár holtat színlel, potrohának izmai is erősen összehúzódnak s összehúzódásukkal sok vért nyomnak a végtagokba.

A most ismertetett egyszerű mechanizmus teszi lehetővé, hogy a katiczabogárnál rendes helyváltoztatásnál nem áll be reflexvérzés, ellenben mihelyt erősebb ingerekre holtat színlel a megtámadott vagy megfogott katiczabogár, rögtön gépies pontossággal bekövetkezik a védelem szolgáltatában álló reflexvérzés. Utóbbinak hasznos és hatásos voltáról Lutz számtalan alkalommal meggyőződött. Megfigyelései szerint a pókok, a ragadozó futóbogarak és a gyíkok ott hagyják a katiczabogarat, mihelyt megjelenik a czomb és lábszár közti ízületen a védő vércsepp.

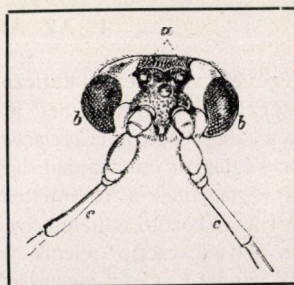
Dr. Gorka Sándor.

A rovarok egyszerű szemeinek élet-tani működése. A rovaroknak kétféle szemük van, ú. m. egyszerű és összetett szemük. A teljesen kifejlődött rovaroknál az összetett szemek mindig a fej két oldalán, az egyszerű szemek pedig többnyire az összetett szemek között a homlok tájékán, vagy pedig a fejtetőn vannak elhelyezve (1. és 2. rajz). A lárváknál



1. rajz. A *Cloë* (kérész) fejének elülső része. *a* kocsányos összetett szem; *b* ülő összetett szem; *c* egyszerű szem.

összetett szemek nincsenek; helyükön változó számban szintén egyszerű szemek fordulnak elő. Az összetett szemek élet-tani működésének megítélésében már régóta meglehetősen megegyezők a vélemények,



2. rajz. A fűrkészdarázs feje elülről nézve. *a* a három egyszerű szem; *b* összetett szemek; *c* a csápok.

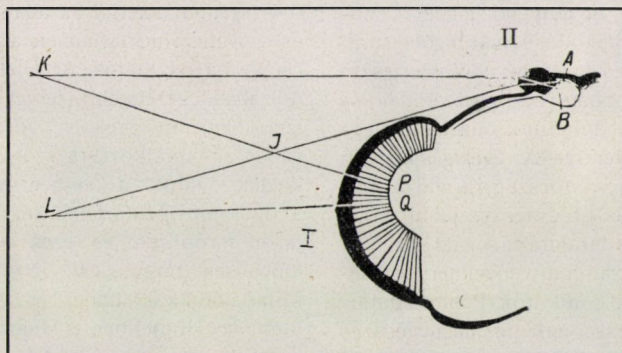
ellenben az egyszerű szemek élet-tani működésére nézve a legellentétesebb értelmezésekkel találkozunk.

Régibb vizsgálatok szerint az egyszerű szemek arra valók, hogy közreműködésükkel a rovarok repülés alkalmával test-

¹ Aus der Heimat, 30. évf., 1917, 1. füzet.

tartásukat szabályozzák. Mások szerint az volna a hivatásuk, hogy a távollátásnál szerepeljenek, továbbá hogy alkonyatkor és szürkületkor az összetett szemek működését fokozzák. Mindezeknél sokkal elfogadhatóbb DEMOLL R. és SCHEURING L. magyarázata¹ az egyszerű szemek működéséről. Szerintük az egyszerű szemek nem önállóan, hanem az összetett szemekkel a legszorosabb kapcsolatban működnek s ez a kapcsolat teszi lehetővé, hogy a rovarok helyesen tudják a tárgyak távolságát megállapítani. Az összetett és egyszerű szemek kapcsolatos működése

tett szemben a *P*, az egyszerű szemben az *A* helyre esik. Ha már most a *J* pont a *J K* vonal irányában bármilyen távolra eltolódik, képe az összetett szemben mindig változatlanul a *P*-ben marad, ellenben az egyszerű szemben azzal arányban, a hogy a *J* pont a *K* felé közeledik, a *J* képe az *A* pontból a *B* felé vándorol, vagyis az egyszerű szemben a *K J* vonal minden pontjának képe más és más pontra jut. Ha viszont a *J* pont nem a *K*, hanem az *L* pont irányában mozdul el, akkor a *J* pont képe az egyszerű szemben mindig változatlanul az *A* pontra



3. rajz. Az egyszerű és összetett szemek kapcsolatos működése. *I* az összetett szem átmetszve; *II* az egyszerű szem átmetszve. A többi betűk magyarázatát lásd a szövegben.

déséről világos fogalmat alkothatunk a 3. rajz alapján, mely a skorpiólégy (*Panorpa*) fejének azt a részletét mutatja be, melyen az összetett és egyszerű szem metszete látható. A működés megértése céljából vegyük föl, hogy a skorpiólégy szeme előtt a *J* tárgy van, melyet a rajzon egyszerűség kedvéért egy ponttal és a szemhez aránylag nagyon közel ábrázolunk. Ennek a *J* pontnak a képe az össze-

esik, ellenben az összetett szemben a *P* pontból a *Q* felé vándorol. Ezek után könnyű megérteni az egyszerű és összetett szemek kapcsolatos működésének jelentőségét a tárgyak távolságának helyes megítélésénél.

DEMOLL véleményét az egyszerű szemek működéséről megerősíti CAESAR C. J. vizsgálata¹ is. CAESAR észleletei világosan bizonyítják, hogy az egyszerű szemek a repülő tehetséggel állanak szoros összefüggésben. A hangyáknál a dolgozóknak tevékenysége csak közellátást követel meg s ehhez képest egyszerű szemük nincsen, ellenben a repülő hímeknek jól

¹ DEMOLL, R., Die Sinnesorgane der Arthropoden, ihr Bau und ihre Funktion, Braunschweig, 1917, 204. lap. — DEMOLL és SCHEURING, Die Bedeutung der Ocellen der Insekten; SPENGLER's Zoolog. Jahrb., Abt., f. allgemeine Zoologie u. Physiologie, 31. kötet. — DEMOLL R., Die Physiologie des Facettenauges; SPENGLER's Ergebnisse u. Fortschritte der Zoologie, 2. kötet.

¹ Spengel's Zoologische Jahrbücher, Abt. f. allg. Zoologie u. Physiologie, 35. köt., 1913, 2. füzet.

felelt egyszerű szemük van. CAESAR megfigyelései szerint a hangyáknál az összetett szemek a közellátásra szolgálnak, az egyszerű szemeknek pedig a repülésnél van szerepük, a mennyiben az összetett szemekkel együttműködve a nagyobb távolságokra szóló helyes tájékozódást teszik lehetővé. Vannak hangyafajok, melyeknél világosan látható, hogy a repülő tehetség megcsappanásával, vagy teljes visszafejlődésével karöltve az egyszerű szemek elsorvadnak, sőt teljesen el is tűnnek.

Dr. Gorka Sándor.

A ragadozó madarak mint növényterjesztők. A növényevő madarak növényterjesztő működése már régóta ismert, a ragadozó madarak növényterjesztő szerepéről azonban eddig az irodalomban csak itt-ott találtunk odavetett megjegyzéseket. HEINTZE A. évekig álaposan tanulmányozta Svédország ragadozó madarait s arra az eredményre jutott, hogy a ragadozó madaraknak sokkal jelentősebb szerepe van a növények terjesztésében, mint eddig gondoltuk. Pontos adatai¹ szerint Svédországnak majdnem összes ragadozó madarai résztvesznek a növénymagvak terjesztésében, még pedig olyanformán, hogy növényevő állatokat esznek meg s a zsákmányuk által lenyelt növényi magvakat ürülékükkel terjesztik, vagy pedig olyanformán szállítják tovább a növényi magvakat, hogy a zsákmányuk által lenyelt magvakat a préda meg nem emészthető részeivel (tollak, csontok stb.) együtt kihányják.

HEINTZE megfigyelései szerint különösen a sas, sólyom, karvaly és a héja tűnik ki növényterjesztő működésével. A növényterjesztésben szereplő állatok láncza néha nagyon változatos; pl. a növényi magvak először a ló gyomrába kerülnek, majd a

lő beléből az ürülékkel a szabadba jutó magvakat megeszi a veréb, a verebet fel falja valamelyik ragadozó madár s végül ez juttatja el a növényi magvat olyan helyre, hol továbbfejlődhet. *G.*

A fluor jelentősége az állatok testében. Az állatok testének kémiai vizsgálatából tudjuk, hogy majdnem minden szervben előfordul több-kevesebb fluor. Ebből arra következtethetünk, hogy a fluor az állati testnek nélkülözhetetlen és fontos alkotórésze. Jelentőségének vizsgálatával újabban különösen GAUTIER A.¹ francia kemikus foglalkozott sokat. Az ő vizsgálatai szerint az állati test szervei és szövetei fluortartalmuk alapján három csoportba oszthatók. Az élettevékenység dolgában legélénkebb szervekben, mint az izmokban, mirigyekben, idegekben, továbbá a táplálkozásra szolgáló folyadékokban, mint a vérben és a tejben, a fluor nitrogéntartalmú vegyületek alakjában fordul elő és ezek a vegyületek különösen nagy (350—750 rész) foszfortartalommal tűnnek ki. A most említett vegyületekben a fluor a foszfortartalmú nitrogénvegyületek szilárdítására van hivatva. A kisebb élettevékenységű szervekben, a milyenek pl. a csontok, porcogók, inak, a fluor a foszforral együtt anorganikus vegyületek alakjában fordul elő s ezeknek a vegyületeknek foszfortartalma már sokkal kisebb (csak 130—150 rész), mint az előbbi nitrogéntartalmú vegyületeké. Végül a szervezetnek többé-kevésbé élettelen képződményeiben, a milyenek a szőrök, hajak, tollak, karmok, körmök stb., 1 rész fluor mellett csupán 1—5.7 rész foszfor fordul elő s mind a két elem bennük ásványos alakban, jelesen apatit és hozzá hasonló vegyületek alakjában van jelen.

G.

¹ HEINTZE A., Roffäglar som fröspridare; Bot. Notiser, 1916, 121—127. lap.

¹ Compt. Rend. Acad. Paris, 158. köt., 159—166. lap.

II. AZ ÉLETTAN KÖRÉBŐL.

Az ipari munkások energiaszükséglete. BECKER G. és HÄMÄLÄINEN J. W. a helsingforszi élettani intézetben a TIGERSTEDT-féle respirációs készülék segítségével megállapították,¹ hogy a különböző foglalkozású ipari munkások munka közben mennyi energiát fogyasztanak. Minden kísérleti egyénen két-két órai munka alapján legalább háromszor állapították meg a felhasznált energia mennyiségét. A kísérletek eredményei szerint a naponként elhasznált energiamennyiség a következő: szabóknál 2600—2800, könyvkötőknél 3000, cipészeknél 3100, fém-munkásoknál 3400—3500, mázolóknál és asztalosoknál 3500—3600, kőfaragóknál 4700—5200, favágóknál 5500—6000 kalória. A női munkásoknál az energiaszükséglet a következő: varrónőknél, ha a varrást kézzel végzik, 2000, ha géppel varrnak, 2100—2300, könyvkötőnőknél szintén 2100—2300, cselédekénél 2500—3200 és mosónőknél 2900—3700 kalória.

A közölt adatokból következik, hogy azok a Vorr-féle adatok, melyek a legtöbb élettani könyvben megtalálhatók, a gyakorlati életre nem teljesen érvényesek. Így pl. Vorr szerint az olyan férfi, ki a kovácsnál könnyebb, a szabóénál nehezebb munkát végez, táplálkozási igényeit 118 g fehérjével, 56 g zsírral és 500 g szénhidráttal teljesen kielégítheti. Ez a táplálék bruttó értékben 3050 kalória körüli energiát tartalmaz, ez tehát pl. a cipészek, asztalosok stb. energiaszükségletét nem fedezi. Ugyancsak Vorr szerint a női munkás energiaszükségletét kielégíti az olyan táplálék, mely 94 g fehérjét, 45 g zsírt és 400 g szénhidrátot, vagyis bruttó 2444, illetőleg netto 2200 kalóriát tartalmaz; az újabb vizsgálatok szerint az ilyen táplálék legfeljebb a varrónőknek elegendő, a többi női munkásoknak kevés.

G.

A vitaminok és szerepük a táplálkozásban. Öt évvel ezelőtt, 1912-ben

FUNK KÁZMÉR a londoni Lister-intézetben a rizs- és kukoriczakorpából saját szerű anyagokat állított elő, melyeket *vitamin* névvel jelölt. A vitaminokkal végzett vizsgálatai alapján azt a tételt hirdette, hogy táplálékainknak nemcsak fehérjék, szénhidrátok, zsírok, sók és víz lényeges alkotórészei, hanem a vitaminok is. Ha valamely táplálékból hiányzik a vitaminok, a táplálék csak hiányosan fejtheti ki tápláló feladatát s ezért hosszabb időre táplálkozásra nem is alkalmas. A vitaminok hiánya miatt okoz betegséget pl. a hámozott rizsszel és hámozott kukoriczával való egyoldalú táplálkozás. A vitaminok hiányára vezethető vissza azoknak a hajósoknak a megbetegedése, kik hosszabb ideig konzervekkel, tehát olyan élelmiszerekkel kénytelenek táplálkozni, melyekben a vitaminok elpusztultak.

Chemikailag a vitaminok rendkívül bonyolult összetételű, nitrogéntartalmú anyagok s az anyagforgalomban a katalizátorok szerepét viszik. Jelentőségük éppen katalizátorszerű működésükben rejlik, mely annyira fontos, hogy a sejtek nélkülük nem tudják a tulajdonképpeni tápláló anyagokat elbontani és értékesíteni. A vitaminok hiánya okozza a beriberi nevű betegséget, továbbá a pellagrát és a sülyt (skorbut). Vitaminok aránylag nagy mennyiségben fordulnak elő a főzelékekben, gyümölcsökben, a rizs- és kukoriczakorpában, továbbá a friss húsban, a friss burgonyában, a citromnedvben, a sörélesztőben, csukamájolajban, friss tejben.

FUNK vizsgálatai óta nagyon sokan foglalkoztak a vitaminok vizsgálatával, úgy hogy aránylag rövid idő alatt nagyon sok, de sajnos, közte egyúttal számos ellentmondó adat is gyűlt egybe. A legújabb időben RÖHMANN F.¹ hozott fel vizsgálatai alapján lényeges ellenvetéseket a vitaminokról szóló tan eredeti értelmezése ellen. Szerinte a vitaminok tulajdon-

¹ Skand. Archiv f. Physiologie, 31. köt., 1914, 198—240. lap.

¹ RÖHMANN F., Die Chemie der Cerealien Stuttgart, 1916.

képpen kiegészítő anyagok. Az ő magyarázata szerint ahhoz, hogy valamely táplálék a szervezet összes anyagforgalmi követelményeit kielégítse, szükséges, hogy fehérjéi anyagforgalmi tekintetben teljesek legyenek. Ha a fehérjék valamely táplálékban már a természetben sem ilyen teljes fehérjék, vagy pedig ha a táplálék elkészítése következtében megváltoznak a fehérjék, az ilyen táplálék egymagában nem alkalmas a táplálásra. A táplálékban mindig kell olyan kiegészítő anyagoknak jelen lenniök, melyek a test részére szükséges, egyébként bizonyos élelmiszerekben hiányzó atómcsoportokat tartalmaznak.

G.

A kutya szaglásának kísérleti vizsgálata. HEITZENRÖDER és SEFFRIN¹ nagyon elmés kísérleti módszert dolgoztak ki a kutya szaglásának vizsgálatára és ilyen módon érdekes eredményekhez is jutottak.

A kísérletezők mindenekelőtt a kísérleteknél felhasznált kutyát arra idomították, hogy fejét egy üvegtölcsérbe bedugja és abban hosszabb ideig nyugodtan tartsa. Maga a kísérleti berendezés a következő volt: Az üvegtölcsért fémvezetékekkel egy palaczkkal kötötték össze, melyből nyomással állandóan nedves levegőáramot vezettek a tölcsérbe. Az üvegtölcsér és a most említett palaczk közti vezeték a közepén elágazott olyanformán, hogy az egyik ág közvetlenül a tölcsérbe vezetett, a másik ág azonban mielőtt a tölcsérbe torkollott volna, még egy WOUOLF-féle palaczkon ment keresztül. Ebbe a WOUOLF-féle palaczkba helyezték azokat az anyagokat, melyek szagának hatását tanulmányozni akarták. A WOUOLF-féle palaczkba vezető vezetékreszt úgy lehetett kinyitni és elzárni, hogy azt a kutya nem vehette észre. Az összes vezetékresztet fémből készítették, azért, hogy a gummi szaga ne zavarja a kísérleteket.

Magát a kísérletet úgy végezték, hogy

a WOUOLF-féle palaczkba különböző illatos anyagokat helyeztek el és ezek szagát a nedves levegőárammal a kutyahez vezették. A kísérlet egész ideje alatt a kutya lélekzési görbéit egy HERING-féle kimo-grafrionnal följegyezték és a reflektorikusan kiváltott szimatoló mozdulatból és a lélekzési görbe megváltozásából következtettek arra, hogy a kutya a tölcsérbe vezetett szagot megérezte.

Az ilyen módon végrehajtott kísérletek szerint a kutya több anyagot olyan töménységben, melyben az az ember szagló szervére hatástalan, meg tudott érezni. Pl. a kutya vizetnek és a különböző fajta vadhúsok kivonatának szagát végtelenül kis töménységben is megérezte. Ezzel ellentétben azonban sok anyagot olyan töménységben nem érzett meg a kutya, a milyenben azt az ember határozottan megéri. Feltűnően érzéketlennek bizonyult a kutya a virágillatok iránt.

G.

Az idő egyéni mértéke és az állatok élettartama. Sokat vitatkoztak már eddig azon, hogy a rövid életű szervezetek élete az ő szubjektív érzésük szerint is oly rövid-e, mint a milyennek mi a mi fogalmaink alapján gondoljuk? Ezzel a kérdéssel legújabbán MAYER A. foglalkozott a *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* hasábjain (1916. évf., 442. lap). Eszmemenete röviden a következő:

Az idő szubjektív mértékének változóságát mindenki belátja, ha arra az időre gondol, a mikor láztól gyötörve töltötte napjait; ilyenkor az idő rendkívül hosszúnak tűnt föl. Azonkívül az is rég ismert dolog, hogy fiatal korban az idő hosszabbnak tűnik fel, mint később. MAYER ezzel bebizonyítottan veszi az idő mértékének szubjektív voltát és változóságát a körülmények szerint. További gondolatait azután ahhoz kapcsolja, hogy a szubjektív időmérték és az idegpályáknak azon hosszúsága között, mely az ingerfölvéző szervektől az idegrendszer központi részéhez és innen a reagáló szer-

¹ Bericht d. Oberhessischen Gesellschaft f. Natur- u. Heilkunde zu Giessen. Medizinische Abteilung, 10. kötet, 3. lap.

vekhez vezet, törvényszerű összefüggés van. Úgy durva átlagban a magasabbrendű állatoknál az ideg az ideg-ingerületet másodpercenként 30–40 méter sebességgel vezeti. Egy nagytermetű bálnának tehát körülbelül egy másodpercire van szüksége, hogy a testet érő ingert megérezze. A kisebb állatoknál a kisebb testi méretekkkel egyezően ez a folyamat tetemesen és arányosan rövidebb időt vesz igénybe; ezeknél tehát az objektív időegységben az érzéki benyomások nagyobb mértékben felhalmozódnak s ez természetesen a szubjektív érzések meghosszabbodását jelenti. Ezen az alapon sok valószínűséggel állíthatjuk, hogy a kis állatoknak az ő rövid életük szubjektíve éppen oly hosszúnak tűnik föl, mint a nagyoknak az ő objektíve sokkal hosszabb életük. Igaza van tehát MADÁCH-nak, a midőn meglepő természettudományi ihletes sejtéssel azt mondhatja Lucziferrel:

„Minden, mi él, az egyenlő soká él:
A százados fa, s egynapos rovar.
Eszmé, örül, szeret és elbukik,
Midőn napszámát s vágját betölté.
Nem az idő halad: mi változunk,
Egy század, egy nap szinte egyre megy.“

Ezzel a gondolatmenettel jó összhangzásban állnak RUBNER régebbi vizsgálatai.¹ RUBNER különböző emlősállatok anyag- és energiaforgalmát vizsgálta és úgy tapasztalta, hogy a vizsgált emlősállatok (ló, szarvasmarha, kutya, macska, tengerimalac) a teljes kifejlődés korától addig a korig, a melyben a természetes halál be szokott köszönteni, nagyjában egyenlő mennyiségű energiát használnak fel, azaz az élő szervezetek élő anyaga tekintet nélkül az állat súlyára, nagyságára és élettartamára az összes vizsgált állatokban a természetes halál bekövetkezésének rendes időpontjáig közelítőlegesen egyenlő munkát végez; csak hogy ezt a munkát a szervezetek egy része lassabban, a másik része gyorsabban végzi. *Dr. G. S.*

¹ RUBNER MAX, Das Problem der Lebensdauer und seine Beziehungen zu Wachstum u. Ernährung (München-Berlin, 1908).

Az állatok és moszatok együttéléséből eredő élettani haszon kísérleti bizonyítása. ID. ENTZ GEZA, BRANDT, CIENKOWSKY, HERTWIG-testvérek és mások vizsgálataiból régóta ismeretes, hogy némely alsóbbrendű állatok testében állandóan egysejtű moszatok élnek és hogy ebből az együttélésből mindkét félnek haszna van. A haszon fölvétele azon a megfontoláson alapszik, hogy az állatok és az egysejtű moszatok anyagforgalma ellentétes s így az együttélés mindkét félre nagy haszonnal jár. Az egysejtű moszatok zöld, vörös vagy sárga festőanyaguk segítségével szervesen vegyületekből, még pedig első sorban az állatok élete folyamán termelt széndioxidból szerves vegyületeket készítenek, miközben oxigént lehelnek ki, az állatok pedig oxigént lélegzenek be, szerves anyagokat bontanak el s széndioxidot lehelnek ki, vagyis ha egysejtű moszat valamely állattal állandóan együtt él, az együttéléssel mindkét szervezet lényeges életműködéseiben egymást szervesen és hasznosan kiegészíti. Számos megfigyelés igazolta is ezt a teljesen jogos föltevést, azonban teljesen szabatos kísérlettel eddig nem sikerült az együttélés hasznát bizonyítani. A pontos kísérleti bizonyítást PRINGSHEIM nem rég közzétett vizsgálatainak¹ köszönhetjük. Ő a *Paramaecium Bursaria* nevű véglénynyel kísérletezett. Ezzel a véglénynyel állandóan egysejtű moszatok élnek együtt. Az együttélés hasznának bizonyításánál PRINGSHEIM abból indult ki, hogyha az együttélés valóban hasznos, akkor a *Paramaecium*-nak olyan oldatba is meg kell élnie, mely csak a moszat részére tartalmaz kellő táplálóanyagot, ellenben a *Paramaecium* számára nem. A kísérletet magát a következőképpen végezte: A *Paramaecium*-ot felforraltatás után kellő fokra lehűtött tiszta vízben többször megfürösztötte s azután tiszta vízből és csupán táplálósókból álló oldatba tette át; ez az oldat csak a *Paramaecium*-ban élő moszatok részére tartalmazott szervesen sókból

¹ Zeitschrift für Naturwissenschaften, 86. köt., 1. füzet.

álló felhasználható táplálékot, ellenben semmiféle olyan szerves anyag nem volt benne, melyet a *Paramecium* anyagforgalmában hasznosíthatni tudott volna.

A kísérlet eredménye az volt, hogy a *Paramecium* nemcsak életben maradt, hanem szaporodott is, vagyis a vele együttélő moszat nemcsak annyi szerves anyaggal látta el, a mennyi az élet által elhasznált anyag pótlásához kellett, hanem még nagy mennyiségű többlettel is, melyet a *Paramecium* utódai testének felépítésére használhatott fel.

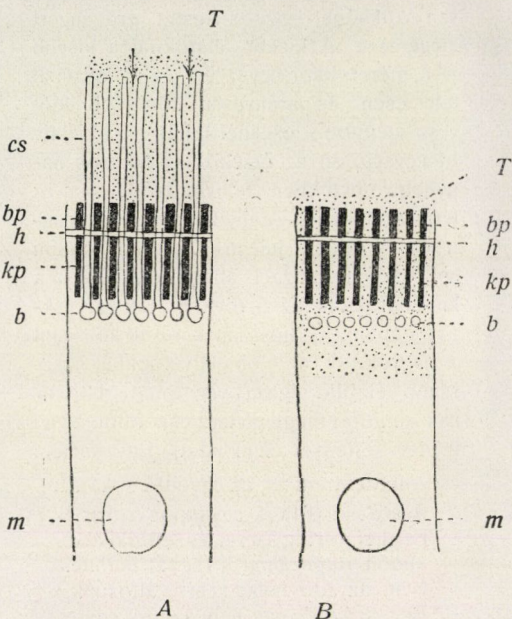
PRINGSHEIM kísérlete meggyőzően és úgyszólván matematikai biztossággal igazolja az együttélés hasznát. Most már csak azt kell kísérletileg kimutatni, hogy a *Paramecium* hogyan jutott a moszatok termelte szerves anyaghoz; vajjon megemésztette-e a szaporodó moszatok egy részét, vagy pedig a moszatok adtak át táplálóanyagokat a *Paramecium*-nak. Erre vonatkozólag ugyanis PRINGSHEIM kísérlete nem szolgál felvilágosítással.

G.

A felszívó hámsejtek pálczikás szegélyének élettani feladata. Sok állat belének ama részében, mely a felszívódás munkáját végzi, a hámsejtek a bél belseje felé néző oldalukon finom pálczikákból álló szegélylyel vannak ellátva. Ennek a pálczikás szegélynek igazi feladatát nem ismerjük, csak azt tudjuk, hogy a hámsejteken a felszívódás tetőpontján a legfejlettebb, ellenben a mikor a felszívás folyamata szünetel vagy ha a hámsejt más működést, pl. elválasztó működést fejt ki, ez a szegély eltűnik. A pálczikás szegély különösen az ízeltlábúak (*Arthropoda*) középbelének hámsejtjein van igen jól kifejlődve s itt tanulmányozható a legjobban. Éppen ezért NUSSBAUM-HILAROVICZ JÓZSEF, nem rég elhunyt lemergi egyetemi tanár, a pálczikás szegély működésének tanulmányozása céljából a szárazföldi ászkák (*Oniscus murarius* és *Porcellio Scaber*) középbelét választotta vizs-

gálata tárgyául. Tanulmányai¹ nagyon érdekes és általános biológiai szempontból is érdekes eredményekre vezettek.

NUSSBAUM-HILAROVICZ észleletei szerint a vizsgált ászkák középbéli mirigyének váltokozva felszívó és elválasztó működést



1. rajz. A pálczikás szegély változása a felszívás folyamán. A a felszívás tetőpontján; B a felszívás folyamán, midőn a táplálék (T) legnagyobb része már a sejt belsejébe került. T táplálék (a felszívás irányát két nyíl jelöli); cs mozdulatlan csillangók; bp a pálczikás szegélynek közvetlenül a bél belseje felé tekintő része (belső pálczikás szegély); kp a belső pálczikás szegély alatt levő külső pálczikás szegély; h a belső és külső pálczikás szegélyt elválasztó hártya; b bazális testek; m a hámsejtek magja.

kifejtő hámsejtjei nyugalomban kettős pálczikás szegélylyel (1. rajz) vannak ellátva, jelesen egy vékonyabb belsővel (bp), mely a hámsejtek legkülső felületén található és egy vastagabb külsővel (kp), mely az előbbi alatt fekszik; e két pálczikás szegély egy-

¹ Biologisches Zentralblatt, 37. köt., 1917, 49—55. lap.

mástól rendkívül vékony, egynemű szerkezetű hártával (*h*) van elválasztva. A mikor a sejt felszívó működését kimutathatólag a legnagyobb mértékben végzi, a hámsejtek szabad felületén a pálczikás szegélyen kívül még igen hosszú és sűrűn egymás mellé helyezett csillangókból álló szegély (*cs*) fejlődik. Ezek a csillangók teljesen mozdulatlanok és nagyon hosszúak; alapi részeik a belső és külső pálczikás szegély pálczikái között keresztül haladva, jó mélyen a hámsejtek külső részén levő ú. n. bazális testből (*b*) erednek. A felszívódás folyamatának vége felé ezek a csillangók leválnak a hámsejtekről, majd az elválasztó működés megindulával eltűnik a belső és később a külső pálczikás szegély is. E szerint tehát a csillangós és a pálczikás szegély jelenléte a legszorosabb összefüggésben áll a felszívódás folyamatával; a meddig ezek a sejtrészek megvannak, a sejt felszívó működést fejt ki, mihelyt ezek eltűnnek, a felszívó működés helyébe az elválasztó tevékenység lép. NUSSBAUM-HILAROVICZ szerint a csillangós és a pálczikás szegély egyformán kapilláris szívó hatásával segíti elő a felszívódást. A sűrűn egymás mellett álló csillangók és a merev pálczikák között rendkívül szűk kapilláris rések vannak és működésük eredményeképpen a csillangós és pálczikás szegély éppen úgy szívja fel a folyós táplálékot (1. rajz, *T*), mint az itatóspapiros a közelében lévő folyadékot. Megjegyzem még, hogy a pálczikás szegélyt alkotó merev pálczikák között rendes körülmények között folyós protoplazma van, azonban ez a protoplazma alkalmas folyós táplálék hatására a sejt mélyebb részeibe húzódik s ekkor a pálczikák között szintén kapillárisan ható csövecskék keletkeznek. A csillangós és pálczikás szegély működését egyébként jól megvilágítja a közölt vázlatos rajz. *G.*

A „savas sejtmagvak“ élettani szerepe. UNNA P. G.¹ mutatta ki először

1895-ben, hogy a szövetekben a rendes szerkezetű sejtmagvak mellett még különös alkotású, a rendes sejtmagvak magocskájával megegyező anyagból (savas globulin) álló sejtmagvak vannak. Ezek a magvak új sejtmagvak és új sejtek fejlesztésének munkájában, vagyis a rendes sejtmagvak főfeladatának teljesítésében nem vesznek részt és UNNA vizsgálatai szerint feladatuk tisztán az oxigén laza felhalmozásában rejlik. Minthogy a rendes sejtmagvak magocskájukat (nucleolus) nem tekintve, globulint nem tartalmaznak, a „savas sejtmagvak“ pedig főleg globulinból állanak, a kétféle sejtmagot igen könnyű egymástól megkülönböztetni.

UNNA módszere¹ szerint a rendes és savas sejtmagvakat a legszembetűnőbben a következő festéssel különböztethetjük meg: A celloidinba beágyazott szövetekből készített metszeteket 5 perczig BÖHMER-féle timsós haematein-oldattal festjük; 10 perczig vízvezetéki vízben mossuk; ezután a metszeteket 20 perczig 1⁰/₁₀-os safranin-oldatba tesszük; közönséges vízben mossuk és mosás után 25⁰/₁₀-os tannin-oldatból és 0.001⁰/₁₀-os vizes pikrinsavból álló folyadékban 2—5 perczig differenciáljuk; végül 10 perczig újból vízben mossuk és a szokásos módon állandósítjuk. Az ilyen készítményekben a rendes sejtmagvak sötétkékes ibolyaszínűek, ellenben a magocskák és a „savas sejtmagvak“ sárgászörös vagy barnászörös színűek.

Különböző szervekből készített metszeten csodálattal állapíthatjuk meg a most említett „savas sejtmagvak“ nagy számát. Ezek a sejtmagvak az osztódás és a szövetek megújulásának folyamatában nem vesznek részt, de oxigénraktározó működésükkel a sejtek anyagforgalmát szabályozzák és ezért rendkívül fontos szerepük van a sejtek és szövetek életében.

G.

¹ UNNA, Zur Kenntnis der Kerne; Monatshefte f. prakt. Dermatologie, 20. köt., 1895, 604. lap. — UNNA, Saure Kerne; Deutsche Med.-Zeitung, 1895, 42. szám.

¹ UNNA, Eine gute Doppelfärbung für gewöhnliche und saure Kerne; Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie, 31. köt., 1914, 289—295. lap.

III. AZ EMBERTAN KÖRÉBŐL.

A zsidók embertani vizsgálata. A zsidók embertani helyzetéről nagyon eltérő véleményeket találunk a róluk szóló gazdag irodalomban.¹ A tudósok egy része, pl. BLUMENBACH, ANDREE, JACOBS stb. tisztá, más része, pl. RENAN, VOGT, BROCA stb. különböző rassz-jellegekből összetett keverékrassznak tekinti a zsidókat. Az újabb anthropológusok általában az utóbbi nézetet fogadják el. RIPLEY, IKOW, LUSCHAN szerint a mai zsidók az árja amoriták és igazi szemiták, az örmények és a régi hethiták utódainak jellemvonásait egyesi-

lik. A most felsorolt fontos főjellemvonásokon kívül más tudósok még más keveredésről is tesznek említést.

Legújabbban KOLLMANN J., baseli egyetemi tanár tanulmányozta a zsidók embertani állását. Vizsgálatait¹ a következőkben foglalhatjuk össze:

KOLLMANN mindenekelőtt kiemeli, hogy a zsidók koponyájáról nagyon kevés adat áll rendelkezésünkre, mert a zsidók minden lehetőtlő elkövetnek, hogy hozzátartozóikat temetőikben gondosan eltemessék. Az értékesíthető mérések legnagyobb részét éppen ezért élő zsidókon végezték s ez az eredmények tudományos felhasználását, különösen pedig a más emberfajtákkal való összehasonlítást nagyon megnehezíti. De már ezekből a mérések-ből is teljes határozottsággal megállapítható, hogy a zsidók sorában hosszú-, közép- és rövidfejűek egyaránt vannak. Egyes helyeken, pl. Dél-Oroszországban, Kis-Oroszországban, Magyarországon a rövidfejű zsidók arányszáma 80%-on felül van. A hosszúfejű zsidók arányszáma nagyon változó; a minszki kormányzóságban, Jeruzsálemben és Konstantinápolyban számuk 14—19%, Jemenben pedig éppenséggel 66%.

A most említett háromféle koponyatípusú zsidóknak nem egyforma az arczszabása. Soraikban ugyanis kétféle, egymástól jól megkülönböztethető arctípus fordul elő. Az első arctípusba tartozó zsidóknál az arcz keskeny és magas; orruk hajlott, sőt gyakran erősen görbült; ajkuk gyengén duzzadt. A második arctípusba tartozóknál az arcz széles; orruk tövén széles, hátán behajlott és végén kiszélesedett; felső és alsó állkapcsuk fogíve széles, minek következtében fog-soruk is széles. Mindkét arctípus a zsi-

¹ A zsidókról szóló főbb újabb irodalmi forrásművek:

BLOCH, AD., De l'origine de Hebreux; Bull. et Mém. Soc. Anthropol., Paris, 1909, 637. lap.

FISCHBERG, Die Rassenmerkmale der Juden. 42 táblával és nagy irodalmi jegyzékkel. München, 1913.

FISCHBERG, North African Jews; Boas: Anniversary Volume. New-York, 1906.

IKOW, C., Neue Beiträge zur Anthropologie der Juden; Arch. f. Anthropol., 15. köt., 369. lap.

KOHN, A., Die prähistorischen Perioden in Palästina; Wiener Mitt., 44. köt., 1914, 81. lap.

KOLLMANN és KAHNT, Schädel u. Skelettreste aus einem Judenfriedhof; Verh. d. Naturf. Ges. Basel, VII. rész, 1884, 648. lap.

LUSCHAN, F., Die anthropologische Stellung der Juden; Korrespondenzblatt d. Deutsch. Anthropol. Gesellschaft, 22. köt., 1892, 94. és 102. lap.

LUSCHAN, F., Die Tachtadschy; Arch. f. Anthropologie, 19. kötet.

LUSCHAN, F., Ausgrabungen in Sendschirli; Zeitschr. f. Demographie u. Statistik der Juden. Berlin-Halensee, 1905.

PARKINSON, Dreissig Jahre in der Südes. Stuttgart, 1907.

PETERSEN és LUSCHAN, Reisen in Lykien, Mylias u. Kibyris. 40 táblával. Bécs, 1889.

STIEDA, L., Ein Beitrag zur Anthropologie der Juden; Archiv für Anthropologie, 15. köt., 1883.

WEISSENBERG, S., Jemenitische Juden; Zeitschrift f. Ethnologie, 41. évf., 1909, 1. lap.

WEISSENBERG, S., Die syrischen Juden; Zeitschrift f. Ethnologie, 43. évf., 1911.

¹ Korrespondenz-Blatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie u. Urgeschichte, XLVIII. kötet, 1917, 1—5. lap.

dók sorában úgyszólván egyformán gyakori s keverődései is gyakoriak.

A szem, haj és bőr jellemvonásait tekintve, a zsidók sorában két típus, jelesen barna és szőke különböztethető meg. A barnák szeme, haja és bőre egyaránt sötét színű; a szőkek szeme kék, haja szőke és a bőre világos. Az olaszországi zsidók sorában igen kevés, az angolországi zsidók sorában pedig igen nagy (25%) a szőke zsidók arányszáma.¹

Testnagyság dolgában a zsidóknál leggyakoribb a középtermet. Átlagos nagyságuk 161 cm-nél csak kevéssel több; Bajorországban 162 cm, Magyarországon, Kis-Oroszországban és Bukovinában 163–167 cm.

Az európai zsidók embertanilag mindnyájan a fehér emberfajtaéhoz tartoznak. Barna és szőke módosulataink eredetéről a következőket mondhatjuk: A barna típus a mediterrán barna néptömeghez tartozik és valószínűleg a többi mediterrán emberfajtaikkal együtt terjedt el a Földközi-tenger partjai mentén, azután az Ibériai-félszigetről Galliába és a rokon főnicziaiakkal a Keleti-tengerig terjesztette ki elterjedése határait. Ez az elterjedés már a régi időben végbement; az örök vándorlás átka, melyről mithoszuk szól, már ősidők óta üzte országról-országra a mediterrán zsidófajtat.

A milyen kielégítő módon meg tudjuk magyarázni a barna zsidó-típus eredetét, éppen olyan mértékben bizonytalanok a szőke zsidó-típus eredetéről szóló ismereteink. A szőke zsidók különösen a szőke északgermánok és a szőke keleti szlávok társaságában gyakoriak, ezért eredetük megmagyarázására a tudósok egy része ezt az együttlélést vette alapul, míg a tudósok másik része a szőke zsidó-típus kifejlődését convergentia-jelenség-

nek¹ tekinti, melynek fejlődését az északgermánokkal és keleti szlávokkal való együttlélés csak elősegítette. A nemi és éghajlati hatások eredményére a szőke zsidótípus kialakulásánál nem kell nagy súlyt helyeznünk, mert egykor már Palesztina északi részében is alakult az ősi típusból szőke módosulat.

Az európai zsidók testi jellemvonásainak embertani megítélése még nem egyértelmű. Mindazonáltal biztosan megállapítható, hogy a zsidók jellemző testi tulajdonságai oly régiek és oly határozottak, hogy ennek alapján az összes európai zsidókat a fehér rassztól mint alrasszt joggal különválaszthatjuk.

Eddigi adatainkból világosan kiderül, hogy az európai zsidó-típuson belül nemcsak egyetlenegy forma van, hanem több. Ezek ma szétszórta az indogermán népek között élnek s a nem szemita környezettel is sokszorosan keveredtek, mindamellett azonban a szőke és barna zsidó-típusra való ősi tagolódást a zsidó jellegekkel együtt szívósan megtartották. Ezt a szőke és barna zsidó-típusra való elkülönülődést korántsem tulajdoníthatjuk a fajta-keveredés eredményének, mert ez mint önálló új alakulat eredménye valahol Kis-Ázsiában, a zsidók őshazájában, keletkezhetett ismeretlen közbülső formákból. S ez a folyamat nem az utóbbi évszázadokban ment végbe, hanem Európa többi szőke és barna típusainak kialakulásával egyidőben, tehát már a történelemelőtti időkben. Ez a körülmény megmagyarázza azután azt is, hogy a zsidók rasszbeli tulajdonságai miért öröklődnek éppen olyan szívósan, mint a fehér emberfajta többi típusainak jellemző sajátosságai. Sokan remélik és óhajtják is, hogy a zsidók idővel asszimilálódnak, ámde ennek a reménynek és óhajtnak megvalósulása sohasem következhetik be,

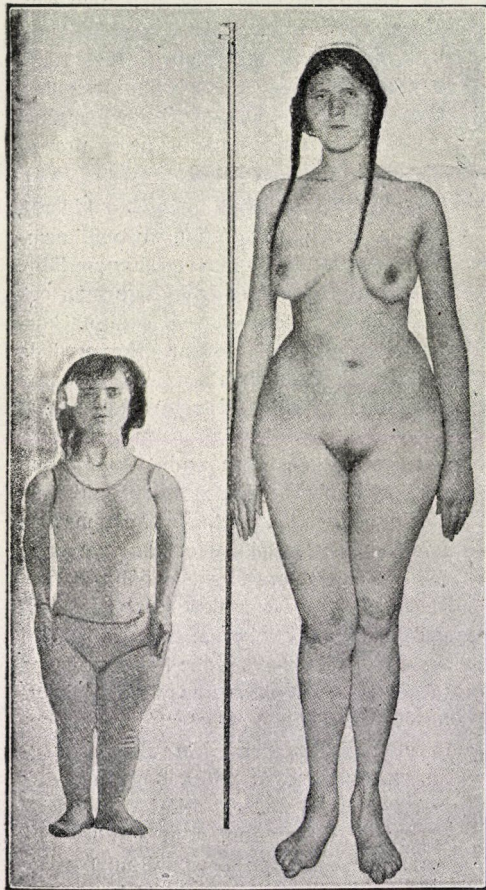
¹ Vörös haj a zsidók sorában gyakori. Az európai zsidók 4%-a vöröshajú. A vörös haj kifejlődésének eredetét még nem ismerjük pontosan. Egyesek éghajlati hatásokkal, mások társadalmi és ivari kiválogatással, ismét mások pedig a szőke amoritákkal való összeházasodással magyarázzák.

¹ *Convergentia*, biológiai mesterszó, az eredetileg különmemű szervek vagy szervezettek másodlagosan szerzett hasonlóságának jelzésére. Pl. convergentia-jelenség, hogy a korallok virágosnövényekhez hasonlítanak.

mert a zsidók tulajdonságai éppen olyan szívósak és éppen olyan ősrégiek, mint Európa többi népfajtainak jellemvonásai.

Dr. Gorka Sándor.

Az óriás- és törpenők testarányai.
Mult év június havában Bernben MARSIANA néven egy óriás termetű nő keltett köz-



SCHELL törpenő és MARSIAN óriásnő testarányai.
NEUMANN F. fotográfiája szerint.

figyelmet. SCHWERZ F. embertani szempontból pontos méréseket végzett rajta s az eredményeket, melyek az emberi testidomainak anatómiai megismerése és főleg a testarányok alakulásának elemzése szempontjából értékesek, az Anatomischer Anzeiger-ben

(49. kötet, 1916, 395—406. lap) tette közzé. Közleményéből a következő adatok számíthatnak szélesebb körök érdeklődésére:

MARSIANA, polgári néven MARSIAN MARGIT, Svédországban, Visby-ben (Gotland szigeten) 1897. márczius 19.-én született. Embertani tekintetben az északeurópai tipushoz tartozik. 12 éves koráig rendesen

nőtt, ekkor azonban hirtelen hatalmas méretű növekedésnek indult, úgy hogy kénytelen volt az iskolából kimaradni. A vizsgálat idején magassága volt 1.942 méter, vagyis átlag 30 cm-rel volt magasabb az északi típusú nők átlagánál. Törzse, végtagjai és összes testrészei abszolút hosszúságukat tekintve nagyobbak a rendesnél. Ha azonban testrészeinek viszonylagos hosszát, vagyis a testrészeknek a test hosszához viszonyított hosszát nézzük, a törzs, a vállszélesség és a végtag három főrésze nem tér el a rendestől, sőt törzse inkább kicsinek, mint nagynak mondható. A rendesnél azonban viszonylag jóval szélesebb a medenczéje és feltűnően hosszabb alsó végtagjának csomb-, lábszár és lábrésze. Alkar-felkari indexe kezdetleges állapotra vall, mert alkar-i részlete viszonylag igen hosszú. Újszülötteknél az alkar a felkarhoz képest hosszabb, mint a felnőttéknél; a fejlődés alkalmával ugyanis a felső végtag mellső (proximalis) része nagyobb mértékben nagyobbodik, mint a végső (distalis) része. Hogy a hosszú alkar valóban kezdetleges jellemvonás, az is bizonyítja, hogy az alsóbbrendű emberfajtáknál, pl. negereknél jelentékenyen hosszabb, mint a felnőtt európaiaknál, továbbá, hogy európai újszülött embereknél ez az index

nagy, azután fokozatosan kisebbedik. A viszonyokat tanulságosan mutatja az alkar-felkari index változása a különböző emberfajtáknál és módosulása a különböző korban. Megjegyzem, hogy ezt az indexet úgy kapjuk, hogy az alkar hosszát

szorozzuk 100-zal és elosztjuk a felkar hosszával.

	Alkar-felkari index
Újszülött európai... ..	82.0
6—9 éves európai leány	79.8
6—12 „ „ „	78.4
12—15 „ „ „	77.8
Badeni nő	75.9
Párisi nő	74.2
MARSIAN MARGIT óriásnő...	80.3
Kínai nő	77.1
Fan (néger) nő	84.2
Lobi (néger) nő	93.0
SCHELL törpenő	87.3

Ezekből az adatokból láthatjuk, hogy MARSIAN MARGIT óriásnő alkar-felkari indexe a kezdetleges népek indexéhez közeledik; ez tehát határozottan kezdetleges jellemvonás.

Az ember testarányai két végletének összehasonlítása céljából SCHWERZ tanulmányai körébe iktatta SCHELL E. nevű törpenő vizsgálatát. Ez a törpenő 1893. május 2.-án született s magassága mindössze 1.21 méter volt, tehát MARSIAN óriásnőnél 73.2 cm-rel volt alacsonyabb. SCHELL törpenő testarányainál feltűnő a törzsnek nagy viszonylagos hossza; ez a méret MARSIAN óriásnőnél — miként említettük — inkább kicsi, mint nagy. A törpenőnél azonfelül a viszonylagos vállszélesség és a viszonylagos medenczeszélesség is nagyobb, mint az óriásnőnél.

Érdekes az óriásoknál és törpéknél a végtagok méretének alakulása. Rendes testarányú embereknél a felső végtag relatív, azaz a test hosszához viszonyított hossza a test hosszával arányosan kisebb mértékben nő, mint az alsó végtag hossza. Az óriásnőnél a felső végtag viszonylagos hossza megegyezik a nők rendes hosszával, ellenben a törpenőnél ez a méret feltűnően kicsi. A felső végtag három főrésze (felkar, alkar, kéz) az óriásnőnél teljesen rendes méretű, ellenben a törpenőnél a felkar és az alkar szembetűnően kis méretű s csak a kéz rendes méretű. Ha

a felső végtag három főrészének hosszát az egész felső végtag hosszához viszonyítjuk, akkor arra az eredményre jutunk, hogy az óriásnőnél ezek a méretek is rendesek, ellenben a törpenőnél csak az alkar rendes arányú, a felkar viszonylagosan rövid és a kéz viszonylagosan hosszú.

A felkar-alkari index

$$\left(\frac{\text{alkar hossza} \times 100}{\text{felkar hossza}} \right)$$

a törpenőnél még kezdetlegesebb, mint az óriásnőnél. A törpenő az ő 87.3-es alkar-felkari indexével messze eltávolodik az európai típustól és feltűnően közeledik ebben a tekintetben a primitív népekhez (pl. négerekhez).

A testarányok alakulására nagyon fontos az alsó végtag hossza. Az alsó végtag hosszának megállapításánál az ú. n. ileospinális magasságot szokás irányadóul venni, mert a csípőcsonton levő csípőtővis (ileospinale) átlag 4 cm-rel fekszik magasabban, mint a csomacsont felső vége. Az ileospinális magasság az óriásnőnél az egész testhossznak 58%-át, a törpenőnél pedig 44%-át alkotja, vagyis az óriásnőnél az alsó végtag hossza viszonylagosan túlhosszú, a törpenőnél túl rövid.

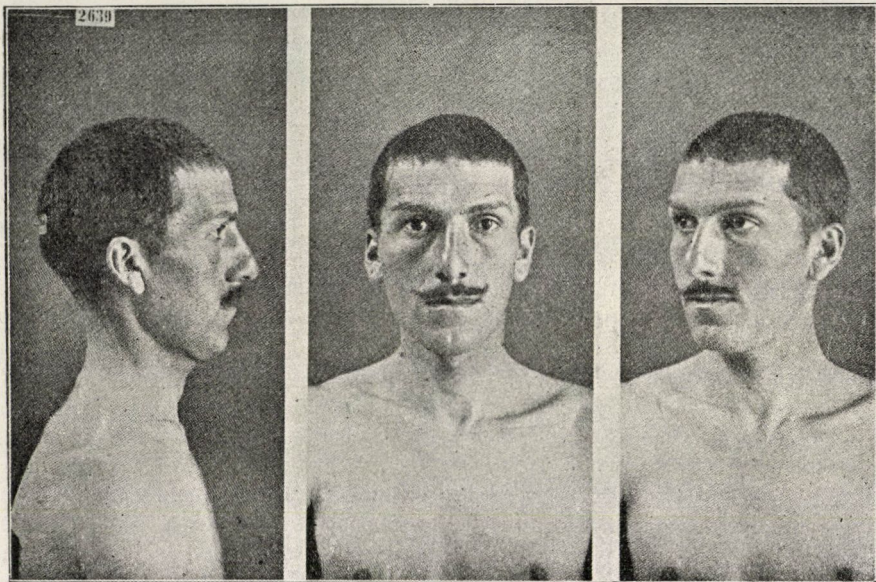
Az alsó végtag három főrésze közül a törpenőnél feltűnően kicsi a lábszár.

G.

Embertani vizsgálatokra alkalmas fotográfiák készítése. PÖCH RUDOLF bécsi egyetemi tanár az utóbbi két év alatt a bécsi Anthropológiai Társaság és a bécsi Császári Tudományos-Akadémia megbízásából a cs. és kir. fogolytáborokban anthropológiai tanulmányokat végzett és a foglyokról embertani vizsgálatok céljaira tömördek fotográfiát készített, Először teljesen olyanformán fotográfált, mint a hogyan azt a néprajzi expedícióknál szokásos. Később a BERTILLON-féle fotográfáló módszerre tért át. Azonban tapasztalatai szerint egyik módszer sem vezet teljesen kielégítő eredményre. Most tapasztalatai alapján okulva a következő-

képpen¹ jár el: Minden emberről egyetlen lemezre egymásután három fölvételt készít, még pedig egyet *oldalról*, egyet *elülről* és egyet *egyharmad-oldalállásban*. Ezt az utóbbi fölvételt úgy készíti, hogy a lefotografálandó ember fejét a közép-

teljesen egyetértének Pöch-hel abban hogy a csupán oldalról és elülről fölvett képek, mint a hogy BERTILLON előírja, nem alkalmasak az arcz jellemző részleteinek tanulmányozására. A Pöch-féle módszerrel készített képek segítségével



Kaukázusból származó georgiai orosz hadifogoly fotografiája Pöch módszere szerint fölvéve.

vonalból 30°-nyira oldalra fordítja; a fej elfordítása közben a test helyzete pontosan ugyanaz marad, mint az elülről készített fölvételnél. Az anthropológusok,

¹ Pöch, Die Methoden der anthropologischen Photographie; Photographische Korrespondenz, 1917, 679. szám, 134. lap.

pompásan tanulmányozható embertani szempontból az arcz jellege. Az ő módszerével egyszerre készített és mindig egymás mellett látható három kép a szemlélésnél a fotografált arcz teljesen plasztikus összenyomásává egyesül. Egyik ilyen fölvételét kisebbítve be is mutatjuk. G.

IV. AZ EGÉSZSÉGTAN KÖRÉBŐL.

A tannin-metilénkék-oldat fertőtlenítő hatása. A háború folyamán sebészi műveleteknél pompásan bevált a jódtinktúra, ezért ma aszeptikus sebészi műveleteknél az operációs terület előkészítésére szelvében használják. A sok hasz-

nálat közben azonban a jódtinktúra kellemetlen hatását is észlelték, mert olykor bőrbajt (ekzema) és bőrelhalásokat okozott. Ezért, és főleg mert ma már nehezen szerezhető be és drága, az orvosok a jódtinktúra alkalmas pótlásáról igyek-

szenek gondoskodni. Ennek a törekvésnek eredménye a WEDERHAKE¹ által ajánlott tannin-metilénkék-oldat, mely a jódtinktúra minden jó tulajdonságát egyesíti magában, azonfelül pedig olcsó, sohasem ingerli a bőrt és így nem okoz bőrbajt és bőrelhalást.

A tannin-metilénkék-oldatot WEDERHAKE a következőképpen készíti: 80–90% alkohollal 10%-os tanninsavas oldatot készít és ennek 100 cm³-éhez 10 cm³ 20%-os vizes metilénkék-oldatot elegyít. Ezzel a tannin-metilénkék-oldattal éppen úgy kell bánni, mint a jódtinktúrával. A kellő hatás biztosítása céljából külön kell készletben tartani az alkoholos tanninsavas oldatot és a vizes metilénkék-oldatot s csak közvetetten a használat kell az előbb említett előírás szerint a tannin-metilénkék-oldatot elkészíteni.

A most említett tannin-metilénkék-oldat használata nem új felfedezésen alapszik, mert a tanninsavas oldatok, továbbá az anilinfestékek fertőtlenítő hatását a sebészek régóta ismerik, de használatuk az utóbbi évtizedekben feledésbe ment. Az

¹ WEDERHAKE, Über Ersatz der Jodtinktur in der Chirurgie; Feldärztliche Beilage zur Münch. med. Wochenschrift, 1917, 889. lap.

anilinfestékek, pl. a metilénkék, fukszin, metilibolya, pyoktanin stb. már igen kis mennyiségben és igen híg oldatban is erősen fertőtlenítő hatásúak; ezt újabban különösen BAUMANN ERWIN vizsgálatai¹ igazolják. BAUMANN mint sebkezelésre alkalmas jó fertőtlenítőszeret különösen a pyoktanint ajánlja.

Bűzös, genyes sebeknél WEDERHAKE tapasztalatai szerint jól beválik a tiszta 5%-os vizes tanninsavas oldat, mert igen erős a baktériumölő hatása, azonfelül csökkenti a váladék-elválasztást és elősegíti a behámosódás folyamatát, továbbá erősíti a sarjadzást. Sebek és sebszélék ecsetelésére hasonló hatású a 10%-os alkoholos tanninsavas oldat, mely a *Streptococcus*-okat specifikus módon pusztítja s ezért különösen a háborúban kapott sebek gyógyítására kiválóan alkalmas.

Sebek gyógyítására a tannin-metilénkék-oldatot nem czélszerű használni; aszeptikus sebészi műveleteknél az operációs terület előkészítésénél azonban éppen úgy, sőt jobban beválik, mint a jódtinktúra.

¹ BAUMANN E., Zur Wundbehandlung mit Pyoktanin und hochwertiger Pyoktanin-gaze; Münch. med. Wochenschrift, Feldärztl. Beilage, 1919, 51. szám.

V. A NÖVÉNYTAN KÖRÉBŐL.

Az ember szerepe a növények elterjesztésében. A növények spóráinak, magjainak, terméseinek elterjesztésében a legtevékenyebb része van a szélnek és az állatvilágnak. Az embernek a növényterjesztésben a biológiai könyvek rendszeren kis szerepet tulajdonítanak, pedig az ember a szél és az állatok növényterjesztő hatását sok tekintetben felülmulja, mert tetszés szerinti mennyiségű növénycsírát tud szállítani, továbbá mert a legnagyobb távolságokat is le tudja győzni és mert a növények terjesztésében tervszerűen járhat el s az áttelepítendő növényeket kedvező körülmények közé tudja hozni s ezzel fennmaradásukat és meghonosodásukat biztosítani tudja.

KÜSTER¹ szerint az ember szerepe a növényterjesztésben a következőkben foglalható össze: Az embernek elsősorban szerepe van a kultúrnövények elterjesztésében; sok termesztett növény vadon ma már egyáltalában nem fordul elő, viszont sok termesztett növény elvadult (pl. *Isatis*, *Phacelia* stb.) s nagykitérésű helyek növényzetének sajátos jelleget ad. Sok növény a tudományos célból létesített botanikus kertekből szökött ki; ennek eredményeképpen pl. Montpellier környékén egy csomó amerikai és afrikai növény él s Oberhof vidékén

¹ Korrespondenzblatt d. Deutschen Gesellschaft f. Anthropologie, 48. évf., 1917, 15. lap.

sarkvidéki növények lepik meg a botanizálót. Az először tudományos czélból behozott amerikai atokhinár (*Helodea canadensis* Rich.) Irországbán tűnt fel 1835-ban s innen aránylag nagyon rövid idő alatt egész Közép- sőt Észak-Európában annyira elterjedt, hogy a halászat és hajózás akadályozásával helyenként nagy károkat okozott.

Az árúkkal nagyon gyakran különböző növénymagvakat és terméseket szállítanak el messzeföldre s ezekből sajátos *vendégnövények* fejlődnek. Ismeretesek pl. az ú. n. *vasúti növények*, melyek a vasúti sínek mentén terjednek. Sajátos a vasúti teherpályaudvarok környékén található *adventívflóra*; ilyen van pl. a müncheni déli pályaudvaron. A hajók is sok növényt terjesztenek el; a nagy kikötővárosoknak, pl. Hamburgnak és Triesztnek egészen különös összetételű adventív flórája van, mely létét a hajóforgalomnak köszöni.

Sok haszontalan gyomnövény a termesztett növényekkel együtt az ember segítségével terjedt el, pl. a búzavirág, konkoly stb. A juhok gyapjúja útján is számos növény terjedt el; a gyapjúmosóhelyek környékén rendszeren egészen különös összetételű növényzet vonja a figyelmet magára.

Egyes növények a vándorló emberek útján terjedtek el. A Duna-vidéki országokban számos olyan ázsiai eredetű növény él, mely a középkori vándorlásoknak köszöni a meghonosodását. A *Datura* és *Hyoscyamus* elterjesztésében főleg a vándorczigányoknak van nagy részük.

Vannak növények, melyek az emberi letelepülések nyomában terjednek, pl. ilyen Amerikában a *Plantago major*, mely az európaiak, Grönlandban a *Vicia Cracca*, mely a norvégek letelepülését követi nyomon.

Sok helyen kimutathatólag a közlekedési viszonyok élénkülésével kapcsolatosan változik meg és gazdagszik meg a növényzet, pl. Arosa (Graubünden) mellett a legújabb időben szembetűnő a növény-

fajok számának gyarapodása a közlekedési viszonyok élénkülésének arányában

A háború is nagy hatással van a növényzetre s sok helyen a növényzet gyors megváltozását okozta. Erre jó példa a *Bunias orientalis* (napkeleti dombvirág) meghonosodása Páris mellett, továbbá az 1870—71-iki háború alkalmával terjedt el Páris környékén számos délfranciaországi és északafrikai fűfélése. Sok híradás szól arról is, hogy a mostani világháború máris sok helyen megváltoztatta a növényzet rendszeres összetételét; a pontos adatokat majd a háború utáni kutatás fogja kideríteni.

Az ember által elterjesztett növények sorsa két véglet között változik s e két véglet között minden átmenet megvan. Az elterjesztett növények egy része csak *ideiglenes lakó*, mert nem bír tovább- szaporodásra alkalmas magvakat érlelni, más része azonban *állandó lakossá* válik. A különböző viselkedésnek oka egyrészt a megtelepülési hely *éghajlatától*, másrészt az *ott levő növény- és állatvilágtól* függ. Az éghajlat sokszor nagyon jelentős változásokat okoz a behurczolt jövevények sorában, pl. jól ismeretesek azok a változások, melyek a sík vidékeken és alföldeken megtelepített alpesi növényeken észlelhetők; az éghajlati viszonyoknak eredménye pl. az is, hogy a Kelet-Ázsiából származó *Acorus calamus* (orvosi kálmos) a mi éghajlatunk alatt meddő stb. Az új megtelepülési helynek szervezetvilága olykor meglepő hatással van a jövevény-növényekre, pl. a rózsa (*Rosa canina*) és a gyujtoványfű (*Linaria vulgaris*) Ausztráliában és Amerikában szertelenül elszaporodott, mert itt hiányoztak ellenségei, viszont pl. a szmirnai füge Kaliforniában meddő lett s meddősége mindaddig tartott, míg a termékenyítést végző rovarokat meg nem honosították.

Az ember hatása a növényzet elterjedésére még azért is fontos, mert helyenként tervszerűen, minden eszközzel, óriási arányokban megakadályozza bizonyos növények terjedését, pl. az ártalmas és haszontalan növényeket irtja, a természeti viszonyokat módosítja, vizeket lecsapol,

kiszárit, ipari telepeket létesít stb. Sőt az ember gyűjtő szenvedélyének is hatása van a növényzetre, mert egyes ritkább növények ennek következtében teljesen ki is pusztulhatnak.

G.

A növények zöld festőanyagának kémiai összetétele. WILLSTÄTTER RICHARD berlini egyetemi tanár számos, különböző családba tartozó növényfaj levelét kémiaiilag megvizsgálta s arra az eredményre jutott, hogy a zöld színt mindenütt *négy festőanyag* okozza. E festőanyagok közül *kettő sárga és kettő zöldszínű*.

Az egyik sárgaszínű festőanyag azonos a murokban (*Daucus carota*) levő *carotin* nevű festékekkel; ez kristályokat alkot, melyeknek összetétele $C_{40}H_{56}$. A másik sárgaszínű festőanyag a *xanthophyll*; szintén kristályosítható és a kristályok kémiai összetétele $C_{40}H_{56}O_2$.

A zöldszínű festőanyagok elkülönítése tiszta állapotban a régebb kutatóknak nem sikerült, mert nem vették tekintetbe a zöld levelekben levő chlorophyllase nevű enzimet. Ez az enzim a növény-levelekből metilalkohollal vagy etilalkohollal kivont zöldszínű festőanyag-részeket megváltoztatja.

WILLSTÄTTER-nek friss, vagy még inkább száritott növénylevelekből a chlorophyllase hatástalanításával 85%-os vizes acetondal sikerült olyan kivonatot készíteni, melyben a növények festőanyagának mind a négy jellemző alkotórésze változatlanul megvan. Különböző oldószerekkel való kioldással sikerült neki az acetondalból az előbb említett négyféle festőanyagot elkülöníteni és kémiaiilag tiszta állapotban előállítani.

A növénylevelekben levő mindkét zöldszínű festőanyag kémiai összetételében és tulajdonságaiban nagyon hasonlít egymáshoz; WILLSTÄTTER *chlorophyll-a* és *chlorophyll-b* névvel jelöli őket. Mindkét chlorophyll-féleség karbóniumot, hidrogént, oxigént, nitrogént és magnéziumot tartalmaz. A *chlorophyll-a* kémiai összetétele: $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$, a *chlorophyll-b*-é pedig: $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. Mennyiségük a

különböző növénylevelekben változik; egy kilogramm friss levélben van 1·5–2·5 gramm *chlorophyll-a* és 0·5–0·8 gramm *chlorophyll-b*. Három molekula *chlorophyll-a*-ra körülbelül egy molekula *chlorophyll-b* jut.

WILLSTÄTTER-nek ezt a két chlorophyll-féleséget sikerült különbözőképpen szétbontani s ilyen módon sikerült neki kémiai szerkezetükbe is bepillantani. Vizsgálatai szerint mindkét chlorophyll a savészterek csoportjába tartozik; elbontva belőlük egy molekula metilalkohol és egy molekula phytol keletkezik. A phytol igen bonyolult összetételű, az alkoholok csoportjába tartozó vegyület; összetétele: $C_{20}H_{39}$. OH. Ha a két chlorophyll féleségről a most említett két alkoholt leválasztjuk, a maradékban szabad carbonilcsoportok vannak, melyek szintén egymás után távolíthatók el a molekulából. Ilyen eltávolításokkal WILLSTÄTTER végül a $C_{31}H_{34}N_4Mg$ összetételű egyszerű anyaghoz jutott, melyet *aetiophyllin* nével jelölt. Az aetiophyllin-ből savakkal a magnézium eltávolítható s ekkor az aethioporphyrin-t ($C_{31}H_{34}N_4$) kapjuk. Az aethioporphyrin energikus redukcióval végül olyan anyagokra bontható, melyeknek kémiai szerkezete teljesen ismeretes.

WILLSTÄTTER-nek most ismerttetett vizsgálatai kémiai és növényélettani szempontból egyaránt kifejezhetetlenül fontosak. Jelentőségüket még az is fokozza, hogy neki sikerült, az állatok vérében levő fontos festőanyagból, a haemoglobinból ugyanolyan aethioporphyrint előállítani, mint a milyent chlorophyllból állított elő. Ez az eredmény az állatok és növények két legfontosabb festőanyagának közeli rokonságát igazolja.

G.

A virágok festőanyagának kémiai összetétele. A virágok festőanyagának vizsgálatával legújabban különösen WILLSTÄTTER R. berlini egyetemi tanár szerzett nagy érdemeket. Neki sikerült a különböző virágokból egy csomó festőanyagot teljesen tisztán elkülöníteni. A tisztán előállított festékek közül különö-

sen a búzavirág festőanyagával, a cziáninnal foglalkozott sokat. A cziáninról megállapította, hogy a glukozidák közé tartozik; összetéte $C_{27}H_{31}O_{16} \cdot Cl$; vízfölvétel mellett cukorrá (glukose) és cziánidinra ($C_{15}H_{11}O_6 \cdot Cl$) bomlik. A cziánidin bázissal kék-, savakkal vörösszínű sókat alkot s a közömbösítésük által keletkezett anyag (a betain) ibolyaszínű. Ezzel könnyen megmagyarázható, miért ismeretes oly sokféle aránylatú búzavirág.

WILLSTÄTTER szerint a vörös róza (*Rosa gallica*) virágszirmainak színét ugyanaz a festőanyag okozza, mint a búzavirágét, csak hogy a búzavirágban ennek a festőanyagának kék, bázikus sói, a rózsában pedig vörös, savas sói fordulnak elő.

WILLSTÄTTER a most említett festőanya-

goknak nemcsak teljes kémiai szerkezetét állapította meg pontosan, hanem több festőanyagot mesterségesen, szintetikusán is előállított. Így például a róza és a búzavirág cziánidinjét, továbbá a *Pelargonium*-virágokban levő pelargonidint sikerült WILLSTÄTTER-nek sok fáradságos kísérletezés után szintetikusán előállítania.

A Röntgen-sugarak hatása a cukorrépa magjaira. STEHLIK¹ vizsgálatai szerint a Röntgen-sugarak rövid idejű hatására a répamagvak hamarabb csíráznak és a csíranövénykéik is kezdetben gyorsabban fejlődnek. A Röntgen-sugarak erősebb hatása árt a répamagnak.

¹ Zeitschrift für Zuckerindustrie, 1917, 41. kötet, 420. lap.

VI. A MIKROSZKÓPIA KÖRÉBŐL.

Diffúzió vagy hajszálcsoves szökés okozza-e a keményítő és festő folyadék bejutását a szervekbe? LENDVAI JÁNOS tagtársunk „*Biológiai kutatások ibolyántúli sugarak előidézte fluoreszcenciával*” című cikkében (Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz 1916. évf., 125. lap) azt állítja, hogy a szövettani vizsgálatoknál használatos keményítő és festő folyadékok a szervekbe nem a folyadékok diffúziója, hanem azok hajszálcsoves szökése útján jutnak be. Állítása azonban teljesen téves. Tévedését röviden a következőkben igazítom helyre:

Érdekes, hogy testünkben, minden szervünkben és szövetünkben igen sok „szövetközi rés,” „hézag,” „tér,” „üreg,” „hajszáler,” „lüktetőér,” „gyűjtőér,” stb. van. Ezek az elnevezések hű kifejezői a valóságnak és valamennyien teljesen jogosultak, ha abban az értelemben használjuk, a milyen értelemben a biológus használja őket, de tökéletesen értelmetlenné válnak, ha ugyanezeket az elnevezéseket valaki fizikai értelemben mint hajszálcsoves szökésre alkalmas tereket alkalmazza.

Minden hajszálcsoveség föltétele, a mi

nélkül hajszálcsoves szökés lehetetlen, ugyanis az, hogy bármilyen kis cső vagy rés legalább két helyen nyitott legyen. Nyitva kell lennie a szűk csőnek a folyadékba való bemártása helyén, de éppen olyan fontos, hogy legalább még egy szabadon lévő nyílása is legyen. A valóságban ilyenfajta rés, vagy hasadék, vagy akár ér testünkben egyáltalában nincsen. Testünk minden szervét, szövetét, rését üregét, erét stb. ugyanis mindig és minden körülmények között folyadékok, nedvek töltik ki, vagy dugaszolják be. Ha tehát valamely szervet, vagy annak bármilyen kis darabkáját keményítő-, vagy festő folyadékba mártjuk, ezekből a folyadékokból a szervekbe, vagy bármilyen kis darabkájukba, vagy akár egyetlen sejtjükbe hajszálcsoves szökés útján, miként azt LENDVAI JÁNOS tagtársunk olyan határozottan és megfontoltan állítja, *egyetlen egy molekula sem jut be*, még pedig nem jut be egyszerűen azért, mert nyílt rések a szervezet testében egyáltalában sehol sincsenek.

Legegyszerűbben és legerősebben úgy fejezhetem ki magamat, hogy minden szerv, vagy akármilyen szerv da-

rabkája is az oldatok bejutása szempontjából egységes folyadéktömeg; folyadéktömeg azért, mert nemcsak az erek és a különféle rések, hanem bármilyen sejt, sőt akármilyen rost is mind kivétel nélkül ki van töltve nedvekkel, azaz a nedvek mindent tökéletesen eldugaszolnak. Ennélfogva valamely keményítő, vagy festő folyadékba mártott szervbe, akárcsak egy másik oldatba, csupán csak és kizárólag diffúzió útján kerülhet be valamely oldott anyag a keményítő vagy festőfolyadékból.

Minthogy pedig csupán csak a diffúzió útján hatolhatnak be az oldott anyagok a szervekbe, abban az esetben, ha a keményítő vagy festő folyadék többféle anyag oldata, az egyes anyagok különböző *diffúzióbeli gyorsasága* szabja meg azt is, hogy melyik oldott anyag megy gyorsabban előbbre, s melyik marad hátrább. Ismétlem tehát, hogy hajszálcsöves szökés útján semmiféle szervbe, vagy annak darabkájába, sem egyetlen sejtbe, oldott anyag nem juthat be, egyszerűen azért, mert a hajszálcsöves szökés föltételei teljesen hiányzanak.

Dr. Tellyesniczky Kálmán.

A Teichmann-féle kristályok előállításának újabb módjai. Vérnek, főleg vérfoltoknak gyors kimutatására még ma is általában a TEICHMANN-féle kristályok előállítását használják. E módszer elterjedtségét elsősorban annak köszönheti, hogy ezek a kristályok még vérnyomokból is nagyon könnyen és egyszerű módon előállíthatók és mikroszkóppal teljes határozottsággal fölismerhetők. Vér kimutatására használják még a spektroszkópot is, azonban ez a módszer különös gyakorlatosságot kíván s azonfelül kevés helyen van spektroszkópi fölszerelés, ellenben mikroszkóp ma már minden kórházban, gyógyszerértárban, iskolában stb. akad. A TEICHMANN-féle kristályok tulajdonképpen haemin-sók. A haemin a haematinnak az anhidridja, a haemin pedig a vér bomlásakor keletkezik s rendkívül állandó vegyület és számos savval

ígazi sókat alkot. A haemin sói, melyeknek kristályai TEICHMANN-féle kristályok néven ismeretesek, haloidészterkristályok s kettősen törő rhombikus táblácskákat és oszlopocskákat alkotnak. Vérből vagy vérfoltokból úgy szokás őket előállítani, hogy a beszáradt vérből egy keveset tárgylemezre teszünk, hozzá kevés konyhasót és néhány csepp eczetsavat cseppentünk s a fedőüveggel lefedett készítményt borszeszes lámpa fölött melegítjük, mire az eczetsav elpárolog s kiválnak a kristályok. Vérfoltokból úgy állítják elő a TEICHMANN-féle kristályokat, hogy a vérfoltot eczetsavban oldják és az oldatból az előbbi módon állítják elő a kristályokat.

A leírt módon előállított TEICHMANN-féle kristályok rendkívül jellemzők a vérre s jelenlétük alapján kétségbevonhatatlanul vérre következtethetünk. A módszernek azonban az a fogyatkozása, hogy a különböző állatok véréből előállított TEICHMANN-féle kristályok nagyon hasonlítanak egymáshoz, úgy hogy e kristályok alapján még azt sem lehet megállapítani, hogy a vér gerinczes-, vagy gerincztelen állattól származik-e? Éppen ezért BARALDI ENRICO¹ az eredeti TEICHMANN-féle módszert legújabban olyanformán megváltoztatta, hogy konyhasót helyett különböző kálium- és nátriumsókat használt s így az egyes állatfajok vérére sokkal inkább jellemző TEICHMANN-féle kristályokat kapott. Módszerei közül a következőket említem: I. Ha nagyon kevés vérhez 0.1 g jódnátriumból, 0.1 g brómnátriumból, 0.1 g klórnátriumból és 1.0 g vízből álló oldatot és 20 csepp eczetsavat cseppentünk, igen jellemző alakú vöröses, barna kristályokat kapunk. II. Ha vérhez 0.1 g nátriumkarbonátból, 0.2 g káliumkarbonátból, 1.0 g vízből és 30 g eczetsavból álló oldatból egy cseppet, továbbá 10 csepp sósavból, 10 csepp kénsavból, 10 csepp salétromsavból, 30 g alkoholból és 30 g eczetsavból álló oldatból egy cseppet és tiszta eczetsavból szintén egy

¹ Journal Pharm. Chim., 9. kötet, 284—286. lap.

cseppet cseppentünk, kicsi, de igen határozott alakú kristályokat kapunk. III. Ha 0.1 g klórnátriumból, 0.1 g brómkáliumból, 10 g vízből vagy pedig 0.3 g brómkáliumból, 15 g vízből és 8 csepp sósavból álló oldatból egy cseppet, továbbá egy csepp eczetsavat cseppentünk kevés vérhez, kereszt- vagy rozettaalakú szép kristályokat kapunk. IV. 0.1 g jódkáliumból, 5 csepp sósavból és 10 g vízből készült oldat egy cseppje és egy

csepp eczetsav segítségével rendkívül sötét színű, jellemző alakú kristályok készíthetők. V. 0.02 g jódkáliumból, 0.05 brómkáliumból, 0.06 g klórkáliumból, 1 g vízből és 20 g eczetsavból készült oldat segítségével igen szép barnaszínű egyes kristályokat állíthatunk elő. VI. 0.2 g jódkáliumból, 0.2 g klórnátriumból és 0.2 g brómnátriumból készült oldat felhasználásával feltűnően nagy kristályok létesíthetők. G.

VII. AZ ÁSVÁNYTAN ÉS BÁNYÁSZAT KÖRÉBŐL.

Bánya-magasságmérés kis gázballonokkal. A bányaművelés lényege tudvalevőleg hatalmas üregek kivájásában áll, melyeknek alátámasztásáról alkalmas tartó szerkezetekkel kell gondoskodni. A míg azonban például a szénbányáknál aránylag alacsony, hosszában elnyúló üregeket készítenek, addig a só- és érczbányaszatban ezek az üregek jelentékeny magasságúak. Ezen üregek magasságának meghatározása a legtöbb esetben igen körülményes, főleg ha nincs alkalmas szögmérő eszközünk, melynek segítségével vízszintes irányú adatok felhasználásával lehet kiszámítani a magasságot. Ezen a nehézségen azonban igen könnyen lehet segíteni a játékszerű használt kis gázballonokkal, ha finom selymfonalra kötve egészen a boltozatig eresztjük s azután a fonal hosszát lemérjük. Ezeket a ballonokat legcélszerűbb magában a bányában megtölteni sűrített hidrogént tartalmazó acélpalacszkókból.

Világos, hogy ez az amerikai észjárásra valló fogás nemcsak a bányaművelésben, hanem másutt is jó szolgáltatokat tehet, valahányszor a közvetlen mérés nehézségekbe ütközik. Így a barlangkutatók igen kényelmesen használhatják a szeszélyes alakú boltozatok különböző helyeinek kimérésénél, építések ily módon határozhatják meg az oszlopoknak, nagyobb termeknek, templomoknak magasságát s a mesteremberek is jó hasznát vehetik olyan esetekben mikor létra vagy állvány valami

okból nem áll rendelkezésükre, vagy a mikor az állványkészítéssel járó költséget meg akarják takarítani.

Bodócs István.

Nemes fémek elektromos kohászata. Bár az elektromos fényív magas hőmérséklete kiválóan alkalmas fémérczek megolvasztására, felhasználása az arany és ezüst előállításánál bizonyos technikai nehézségekbe ütközik. A vállalkozó szellemű amerikaiak azonban nem voltak hajlandók megelégedni ezzel a negatív eredménnyel, hanem oly módon kerütek el a nehézségeket, hogy közvetett eljáráshoz folyamodtak, a mennyiben az arany- és ezüstcianid-oldatokból kapott csapadékot olvasztják meg elektromos kohókban. Így Mexikóban már négy éve működik egy ezüstfeldolgozó telep, melynél a csapadék megolvasztására három darab elektromos kemencze szolgál. A kemenczéket 110 voltos háromfázisú váltakozó áram táplálja, s 250—300 ampère áramerősség alkalmazása mellett naponta mintegy 400 kg nyers ezüstöt termelnek, mely átlagos összetételben 80% színezüstöt, 10% aranyat és 10%-nyi egyéb fémes anyagot tartalmaz.

Bodócs István.

Magyarország bánya- és kohóipara az 1915. évben. WAHLNER ALADÁR ez éven is, mint már évek óta, mindenre kiterjedő gondossággal, 60 nyomtatott ívre terjedő, nagy tanulmányban (Bányászati és Kohászati Lapok, 50. évf., II. kötet,

13. szám) számol be hivatalos adatok alapján hazánk bánya- és kohóiparának eredményeiről az 1915. évben. A sok érdekes, természettudományi és közgazdasági szempontból egyaránt fontos adatot tartalmazó tanulmányból különösen

az a fejezet érdekelhet mindenkit, mely a termelési statisztikát közli. E szerint a legfontosabb bánya- és kohótermékekből 1915-ben, összehasonlítva a múlt évi adatokkal, termelésünk mennyisége és pénzürtéke a következő volt:

A termény neve	Súlyegység	A termelés mennyisége		A termelés pénzértéke	
				1915. évben	
		1914. évben	1915. évben	K	f
Arany	kg	2,679,062	1,875,194	6,211,186	80
Ezüst	"	9,144,120	5,875,386	635,219	76
Réz	q	3,581,171	2,201,980	865,167	74
Ólom	"	13,675,750	7,544,650	469,882	80
Finomításra való nyersvas	"	4,821,664,000	3,765,525,000	33,675,989	73
Öntött nyersvas	"	122,750,000	117,945,000	1,974,446	89
Antimonium (regulus)	"	7,531,360	9,257,420	2,122,145	20
Nyers antimon (crudum)	"	179,860	719,000	190,650	30
Higany	"	753,491	633,130	253,252	—
Vaskovand	"	1,023,606,000	1,087,838,000	1,390,952	24
Antimonércz (nem kohósított)	"	1,000,000	17,991,000	486,179	20
Antimonsalak (nem kohósított)	"	—	982,000	11,669	64
Mangánércz	"	114,131,000	117,094,300	260,001	11
Külföldre szállított vasércz	"	3,567,842,000	3,069,795,000	3,972,560	04
Czementércz, rézércz és fakóércz	"	73,633,750	104,672,340	494,110	06
Horganyércz és beváltatlan horganyszínpor	"	500,000	1,530,000	9,002	52
Alumíniumércz	"	—	590,670,000	708,804	—
Higanyércz	"	60,000	—	—	—
Barna kőszén	"	79,022,402,000	80,051,537,000	90,131,093	23
Fekete kőszén	"	9,098,817,000	9,229,865,000	14,885,967	74
Kőszénbrikett	"	1,120,401,000	1,315,414,000	2,950,982	74
Koksz	"	1,281,179,000	951,191,000	2,643,907	01
Ammóniumsulfid	"	19,942,000	16,469,000	555,564	—
Ásványkátrány	"	72,422,000	59,289,000	227,817	80
Benzol	"	3,438,000	7,471,000	522,970	—
Földszurok	"	39,999,000	21,573,670	214,300	60
Nyers kőolaj	"	40,273,000	65,362,560	789,894	91
Földgáz	m ³	17,224,631,000	25,108,054,000	45,664	30
Ásványfesték	q	287,000	—	—	—
Rézgálicz	"	—	4,037,250	654,034	50
Vasgálicz	"	13,433,000	10,700,000	21,400	—
Kén	"	847,000	538,000	8,087	33
Kénsav	"	9,555,000	9,652,000	9,652	—
Szénkéneg	"	29,442,000	—	—	—
Kőso	"	3,016,362,000	2,872,587,000	35,795,227	48
Összesen	—	—	—	203,187,784	03
Összesen a kőso nélkül	—	—	—	167,392,556	55

E kimutatásból kitűnik, hogy a bánya- és kohótermények értéke az elmúlt évben 203,187,784 koronát tesz ki. Ebben az értékben a főbb termények a következő százalékos arányszámokkal szerepelnek:

	1915-ben	1914-ben
Arany	3.05%	4.45%
Ezüst	0.31	0.42
Barnaszén	44.35	41.29
Feketeszen	7.32	6.79

	1915-ben	1914-ben
Szénbrikett	1:45 ^{0/0}	1:14 ^{0/0}
Koksz	1:30 „	1:80 „
Nyersvas	16:57 „	20:34 „
Vasöntvény	0:97 „	1:14 „
Kivitt vaskő	1:95 „	2:13 „
Kősz	17:62 „	17:28 „
A többi termények		
összesen	5:11 „	2:22 „
		G.

Az ásvány fogalmi körének meghatározása. Az ásvány lényegét a különböző kézi könyvek a részletekben kissé eltérő módon határozzák meg. NIED-

ZWIEDZKI¹ a különböző meghatározások megbírlása után a következő meghatározásban állapodik meg: Az ásványok egyenlő vagy kémiaiilag rokon atómcsoportokból álló, képletben kifejezhető határozott kémiai összetételű, fizikailag egynemű, anizotróp s keletkezésükénél kristályalakra törekvő merev természeti tárgyak, melyek ha környezetük viszonyai állandók, változatlanok maradnak.

¹ NIEDZWIEDZKI J., Der Mineralbegriff; Min. u. petr. Mitteilungen, 33. köt., 5/6. szám és Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie, 1916, II. köt., Ref. 1. lap.

VIII. AZ ŐSLÉNYTAN KÖRÉBŐL.

Az első fosszilis hiéna csontváza hazánkban. KORMOS TIVADAR egyetemi magántanár a biharmegyei Igriczi barlangban megtalálta a barlangi hiénának (*Hyaena crocuta spelaea* GOLDF.) csaknem teljes csontmaradványait. A pleisztocénkorú és nem egészen fejlett barlangi hiéna kiásott csontmaradványait KORMOS vezetésével HABERL VIKTOR preparátor illesztette össze és egészítette ki teljes csontvázzá. A felállított csontváz a m. kir. földtani intézet gyűjteményében látható.

A kardfogú tigris (*Machairodus*) maradványai Morvaországban. WOLDRICH JÓZSEF¹ prágai egyetemi magántanár a Brünn melletti Stránská skála nevű barlangban a barlangi hiéna (*Hyaena spelaea*), barlangi oroszlán (*Felis spelaea*), barlangi medve (*Ursus spelaeus*), mammut (*Elephas primigenius*) és valószínűleg az *Elephas antiquus* csontjai társaságában, bolygatatlan barlangi agyagrétegben megtalálta a *Machairodus* felső bal szemfogát. A pontosabb vizsgálatokból kiderült, hogy ez a fog eltér az eddig ismert *Machairodus*-fajok fogától, ezért ennek egykor élt gazdáját *Machairodus*

moravicus néven mint új fajt vezette be a tudományba. Abból a körülményből, hogy ennek az új fajnak csontjait WOLDRICH az *Elephas antiquus* maradványainak társaságában találta, régi diluviális korára következtethetünk.



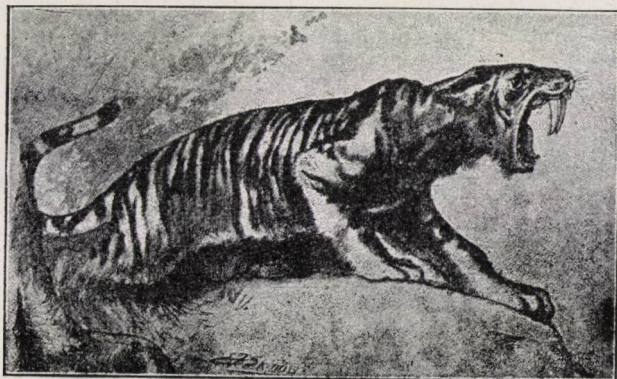
1. rajz. A kardfogú tigris (*Machairodus*) feje.

A Macska-félék családjába tartozó *Machairodus* nemzetség fajai mind kihaltak. Jellemző rájuk, hogy felső szemfogaik hatalmasan, kardalakúan megnyultak. Félelmetes ragadozók voltak s zsákmányukat úgy ragadták meg, hogy szájuk kinyitásakor alsó állkapcsukat messze hátra húzták (1. rajz) s felső állkapcsukat lefelé szorítva hatalmas szemfogaikat kard

¹ Centralblatt für Mineralogie, Geologie u. Paläontologie, 1917. évf., 6. szám, 134—137. lap.

módjára a prédába dőfték. Körülbelül tigris nagyságúak; restaurált képüket a 2. rajzban mutatjuk be. Európában BOULE M.¹ szerint először az eocénben jelentek meg. A közép-eocénből a *Machairodus palmidens* BLAINV. és a *M. Jourdani* FILH., a felső

viumból pedig a *M. latidens* OWEN a főbb ismeretes fajok. Hazánkban Baltaváron a *M. cultridens*, a biharmegyei Püspökfürdő mellett a *M. latidens* maradványait találták. Azonfelül hazánkban a pliocénben egy kistermetű, elcsenevészedett faj, a *M. hun-*



2. rajz. A kardfogú tigris (*Machairodus*).

miocénből a *M. aphanistus* KAUP, a pilocénből a *M. cultridens* CUV., *M. crenatidens* WEITH. és a *M. Nestianus*, a dilu-

¹ BOULE M., Revision des espèces européennes de *Machairodus*; Bulletin de la Soc. Geol. de France, 1901, 551. lap. — Les grands chats de Cavernes; Annales de Paleont., Paris, 1906.

garicus KORMOS is élt, melynek maradványait a fehérmegyei Polgárdi határából 1911-ben írta le DR. KORMOS TIVADAR² osztálygeológus.

G. S.

² KORMOS TIVADAR, A polgárdii pliocén csontlelet; Földtani Közöny, 41. kötet, 1—2. füzet.

IX. A CHEMIA KÖRÉBŐL.

Az izotop elemekről. Mikor FAJANS és kevéssel utóbb SODDY a radioaktív elemeket a periodusos rendszerben elhelyezték, arra az eredményre jutottak, hogy ugyanarra a helyre több elem kerül.¹ Egy-egy ilyen csoportot FAJANS „plejád”-nak nevez, a csoport elemei SODDY elnevezése szerint „izotop elemek”. Ez az eredmény több tekintetben figyelemre méltó. Az izotop elemek atómsúlya ugyanis igen különböző lehet. Így a Pb (206·5) és a RaB (214·5) atómsúlya nyolcz

egységgel különbözik. De ezek az elemek megegyező vegyi tulajdonságúak, egymástól elkülöníteni őket semmiféle eljárással sem sikerült. Vegyi folyamatokban az ilyen elemek teljesen azonosak. Ha mérlegen megmérhető mennyiségű RaB-vel rendelkeznenék, a vegyész ólomnak tekinthetné. De radioaktív sugárzásukban az izotop elemek különböznek, és így radioaktív módszerekkel megkülönböztethetők egymástól.

Mi azonban megszoktuk, hogy különböző atómsúlyú anyagokat vegyileg különbözőeknek tekintsünk. Most pedig azt látjuk, hogy az elemek vegyi tulajdon-

¹ L. „Az elemek keletkezése és átalakulása” című közleményt a Pótfüzetek CXI—CXII. számában, 1913., évf., 152. lap.

Pótfüzetek a Természettud. Közönyhöz 1917.

ságait nem annyira az atómsúly határozza meg, hanem inkább az a hely, melyet a periodusos rendszerben elfoglalnak. Közös helyen levő elemek azonosan viselkednek, még ha atómsúlyuk különböző is. Az izotop elemek rokonsága annyira közeli, hogy még szinképük is megegyezik. Az ionium és thorium keverékének szinképében csak a thorium eddig ismert vonalai látszanak, új ioniumvonalak egészen hiányoznak. Ezt csak úgy lehet magyarázni, hogy az ionium és thorium szinképe azonos. Eddig nem volt olyan két elem, melynek atómsúlya különböző, szinképük mégis megegyezik. Az ilyen elemek atómsújai más szerkezetűek és akkor azt vártuk, hogy szinképük is különböző. Most látjuk, hogy eltérő szerkezetű atómsók egyforma szinképet kelthetnek.

Olyan elemeket, melyek vegyileg nagyon hasonlóak, már eddig is ismertünk. Ilyen a rádium és a bárium. A rádiumot nem vegyi úton tisztítják meg a bárjumból, mert ilyenkor ez a két elem együtt marad, hanem kristályosítással. Az egyik könnyebben kristályosodik, mint a másik. Ennek a két közel rokon elemnek szinképe különböző.

Megkísérelték az izotop elemeket is kristályosítással különválasztani. De akármilyen volt a viszony a két elem között a szilárd kristályban ugyanaz maradt, mint a folyékony állapotban volt. Az izotop elemek természetének tisztázása tehát ismét néhány tekintetben átalakíthatja az anyag szerkezetére vonatkozó eddigi felfogásunkat.

FREUNDLICH, NEUMANN és KAEMPFER¹ megerősítik RITZEL tapasztalatát, a mely szerint Urán X₁ nem tapad szénhez, ha az oldatban a vele izotop thorium van, akármilyen kis mennyiségben. Más szóval a tapadásnál a thorium az UX₁-et kiszorítja, a két anyag eltérően viselkedik. A jelenség akkor is előáll, ha thoriumnitrát utólag kerül az oldatba. A thorium nemcsak az UX₁-et helyettesíti a tapadásnál, hanem — és ez éppen az érde-

kes — a rezet is. Ebben a jelenségben tehát az UX₁ éppen úgy viselkedik a thoriummal szemben, mint a teljesen eltérő természetű réz. Az izotop elemek tehát az előbbi tapadási kísérletek szerint nem okvetetlenül azonos vegyi természetűek, mert különben ugyanazt kellene következtetni a thoriumra és a rézre, ez pedig nyilván helytelen. FREUNDLICH és társai lehetségesnek tartják, hogy úgynevezett „vegyi minikri“-vel állunk szemben, a melyet a ritka földfémeken tapasztaltak: az egyik elem a közel rokon elemre saját vegyi tulajdonságait ráruházza. E szerint az izotop elemek vegyileg igen közeli rokonok ugyan, de nem azonos természetűek.

Az ilyen tapadásbeli kísérletek azonban nem alkalmasak annak a kérdésnek eldöntésére, hogy az izotop elemek helyettesíthetik-e egymást. Mert könnyen lehetséges, hogy egyes esetekben két elem izotop volta az egyik tapadását megakadályozza, míg más esetben egészen más oknak van ugyanaz a hatása. Az UX₁ és Th előbbi példájának csak akkor volna bizonyító ereje, ha ki lehetne mutatni, hogy az oldatban a két elem viszonya más, mint a szénfelületen. Ekkor ugyanis ez a két elem legalább részben egymástól elválasztható volna. HEVESY és PANETH¹ legutóbbi vizsgálatai azonban ismét csak az ellenkezőt mutatják. A RaE és Wi izotop elemek. HEVESY és PANETH megállapították, hogy a RaE elektrolitikus kiválasztásakor Wi hozzáadása az oldathoz éppen olyan hatással van a felbontáshoz szükséges feszültségre, mintha ugyanannyi RaE-ion került volna az elektrolitbe. Tehát a RaE és a Wi azonosan viselkednek. HEVESY és PANETH Ra-emanációt kvarcban elzártak, a széteséskor keletkező RaD-t elektrolitikus úton mint szuperoxidot platinadróton kiválasztották. Sikertelenül ilyen módon látható mennyiséget előállítani, a mely más fémekkel érintkezve, feszültségkülönbséget létesít (VOLTA-féle

¹ Phys. Zeitschr., XV. köt., 1914, 537. lap.

¹ Physikalische Zeitschrift, XV. kötet, 1914, 797. lap.

hatás). A $(\text{RaD})\text{O}_2$ érintkezésbeli feszültsége ugyanakkora, mint megfelelő mennyiségű PbO_2 -é. A RaD és Pb tehát izotop elemek és elektrochemiai tekintetben megegyező természetűek.

Úgy látszik tehát, végleg meg kell barátkozni azzal a gondolattal, hogy különböző atómsúlyú elemek vegyi folyamatokban teljesen pótolhatják egymást, más szóval a vegyész az olyan elemeket, melyek a periodusos rendszernek közös helyére jutottak, nem tudja megkülönböztetni.

Mende Jenő.

A szaharin meghatározásának újabb módja. A szaharin meghatározásánál tekintettel kell lennünk arra, hogy szilárd anyaggal van-e dolgunk, vagy olyan keverékekkel, melyek zsirokat, éterikus olajokat, alkoholt, vagy más olyan folyadékot tartalmaznak, a melyek a szaharint oldatban tarthatják. A vizsgálathoz CONDELLI S.¹ módszere szerint a következő kémszerek szükségesek: 1. magnézium-szulfátnak és magnéziumoxidnak telített vizes oldata; e két oldat úgy készül, hogy az anyagokat desztillált vízben forraljuk; 2. frissen készített nátriumtannát-oldat (2 g tannint oldunk 10 cm^3 25%-os nátronlúgban); 3. karbonátmentes égetett magnézia; 4. $100\text{--}120^\circ\text{C}$ forráspontú ligroin; 5. frissen desztillált éter; 6. éternek és frissen desztillált 70°C forráspontú petróleum-éternek egyenlő mennyiségű keveréke; 7. 1%-os normál kénsav; 8. hidegen telített káliumpermanganát-oldat; 9. 95%-os alkohol.

Első módszer. A vizsgálandó anyagot porrá törjük és szaharintartalmához képest belőle $10\text{--}50$ grammot az 1. számú oldat olyan mennyiségével dörzsöljük el, hogy a szüredék $100\text{--}150\text{ cm}^3$ legyen, azután félóraig 40°C -ra fölmelegítjük. Folyadékoknál $10\text{--}100\text{ cm}^3$ -t magnézium-szulfáttal telítünk és égetett magnéziával alkalizáljuk. Mindkét esetben derítés végett néhány cm^3 tannát-oldatot és kevés alko-

holt adunk hozzá; mérőlombikban a jelig feltöltjük és átszűrjük. A szűrletnek $50\text{--}100\text{ cm}^3$ -ét választó tölcserben $20\text{--}30\text{ cm}^3$ kénsavval megsavanyítjuk és az éterpetróleuméter egyenlő mennyiségű keverékével háromszor kirázzuk. Az egyesített oldatokat szárazra pároljuk, a maradékot híg kénsavas oldatban káliumpermanganáttal a vörös színeződés beálltáig megbontjuk és a leszűrt oldatot éterrel háromszor kirázzuk. A szaharin oldatba megy, melyet az oldószer elpárologtatása után szárítunk és mérlegen megmérjük.

Második módszer. Abban az esetben, ha a vizsgálandó anyag nagyobb mennyiségben tartalmaz zsirokat, éterikus olajokat, alkoholt vagy hasonlókat, a következőképpen járunk el: a vizsgálandó anyagból $25\text{--}50$ grammot a fölmelegített 1-ső számú oldattal választótölcserben erősen összerázzunk (az 1-ső számú oldat hőfoka $50\text{--}60^\circ\text{C}$ legyen), azután 100 cm^3 ligroinnal ugyancsak összerázzuk és hosszabb ideig állni hagyjuk. A választótölcserből lebocsátott vizes oldatot úgy, mint az első eljárásnál, tannát-oldattal derítjük és a továbbiakban a tárgyaltszerű szerint járunk el. *Dorner Emil.*

A metilalkohol (faszesz) kimutatása alkoholtartalmú italokban és tinkturákban. Az alkoholtartalom töményítése céljából a vizsgálandó folyadék 20 cm^3 -éből ledesztillálunk 15 cm^3 -t, a desztillátumból ismét 8 cm^3 -t. A második desztillátumba izzó réz-spirálist mártunk, azután az oldatot két részre osztjuk; az első részletben meghatározzuk az etilalkoholt ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) a keletkezett *acetaldehid* ($\text{CH}_3\cdot\text{CHO}$) alapján, úgy, hogy egy csepp frissen készített nitroprussidnátrium-oldatot ($\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}$) és piperidint ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{N}$) adunk hozzá, midőn kék színeződés keletkezik. A második részletben a metilalkoholt ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$) mutatjuk ki a keletkezett formaldehid (CH_2O) alapján. Ebből a célból a második részletet 1 csepp fenollal 1 perczig főzzük, azután tömény kénsavat rétegzünk föléje; metilalkohol jelenléte esetén vörös gyűrű keletkezik.

¹ Staz. sperim. agrar, 47. kötet, 1914, 308—316. lap.

Jódtinktúránál úgy járunk el, hogy 1:3 arányban hígítva előbb thioszulfáttal elszíntelenítjük és azután desztilláljuk le az alkoholt.¹

Dorner Emil.

Újabb fémötvözetek. A nagyipari célokra használható anyagok előállítása szempontjából igen termékenynek bizonyult technikai eljárás az ötvözés, mert segítségével ismert fémekből új, az alkotó részeknél előnyösebb tulajdonságú végső termékeket állíthatunk elő s ezeket a jó tulajdonságokat az alkotórészek összetételének kellő változtatásával bizonyos határok között módunkban van tetőzés szerint előírni.

Az ötvözés technikája különösen nagy haladást tett az Eszaki Amerikai Egyesült-Államokban, mert az ottani nagy bányászati és kohóművek rengeteg pénzt áldoznak a kísérleti vizsgálódások céljaira s az ily módon szerzett tapasztalatokat a nagyiparban értékesítik. Újabbban három igen érdekes amerikai ötvözet előállításáról számolnak be a szaklapok s ezek technikai szempontból nagy reményekre jogosítanak.

Az első újabb ötvözet, a „stellit”, tulajdonképpen két igen eltérő tulajdonságú fémnek, a kobaltnak és krómnak keveréke. A kobalt a vashoz hasonló szürkésfehérszínű nyújtható fém, mely dróttá húzva sokkal szívósabb és keményebb a vasnál. A króm külsőleg szintén hasonlít a vashoz, csak hogy ennél valamivel fehérebb színű s bár keménysége rendkívül nagy (majdnem a korundéval egyenlő!), technikai szempontból hasznavehetetlenné teszi nagy rideg-

¹ Lásd FRANCESCHI GIAMBATTISTA cikket a Giorn. Farm. Chim.-ben, 63. köt., 1914, 250—252. lap.

sége, melynek következtében rendkívül törékeny. E két különböző természetű fémről az alkotó részek arányának helyes megválasztása mellett mégis igen hasznavehető ötvözetet sikerült előállítani, mely feltűnő keménysége mellett főleg az oxidációval szemben tanúsított ellenálló-képességével tűnik ki. E két jó tulajdonsága miatt a „stellit” igen alkalmas a legfinomabb minőségű szerszámacél pótlására, feldolgozása azonban bizonyos fokig körülményes, mert éppen nagy keménysége miatt nem kovácsolható, hanem formába kell önteni s azután csiszológépen megmunkálva alkalmazni. A kísérletek tanúsága szerint a „stellit”-ből készült szerszámok nagy teljesítőképességükkel tűnnek ki, mert vágóélük rendkívül tartós lévén, nagy munkasebességet lehet velük elérni.

A második érdekes anyag egy *aluminium-vanadium* ötvözet, mely bronzal vagy sárgarézrel összeolvasztva ezeknek szilárdságát és nyújthatóságát nagy mértékben fokozza. Ezt az ötvözetet aluminothermia vagy pedig elektrolízis útján állítják elő az aluminiumvegyületeket tartalmazó bauxit, folyópát és vanadiumoxid keverékéből.

Végül említést érdemelnek a 13%-nál több aluminiumot tartalmazó új *aluminiumbronzok*, melyek magasabb hőmérsékleten történő megmunkálás mellett igen nagy szilárdsághoz jutnak s állítólag megközelítik a 0.35%-szenet tartalmazó svédacél szilárdságát. Az így készült aluminium-bronzötvözet sokkal tartósabb a mangánbronznál s szívóssága és keménysége miatt gyorsanfutó tengelyekhez csapágyfémnek használható.

Bodócs István.

X. A FIZIKA KÖRÉBŐL.

Az északi fény oka. BIRKELAND vetette föl azt a gondolatot, hogy az északi fényt a Napból kiinduló katódsugarak keltik. Ha meg akarjuk magyarázni, hogy az északi fény aránylag alacsony levegőrétegben is előállhat, akkor LENARD sze-

rint föl kell tennünk, hogy a katódsugarak sebessége közel van a fényéhez.¹ Viszont VEGARD arra az eredményre jutott, hogy

¹ STEINER LAJOS, A földmágnességi háborgásokról; Pótfüzetek a Természettud. Közlönyhöz, 1913, 201. lap.

az északi fény sok jelenségét, a mely katódsugarak alapján nehezen magyarázható, egyszerűen meg lehet érteni, ha a Napból kilépő α -sugárzást veszünk föl okául.¹ Az északi fény több más jelenséggel függ össze, így a földmágnességgel, esetleg a Napon végbemenő folyamatokra is lehet belőle következtetni, ezért VEGARD² az 1912/13. év telén végzett megfigyeléseiből újra a sugárzás természetét akarja eldönteni.

Az északi fény, minthogy gyorsan mozgó elektromos töltésű sugárreszecskék okozzák, kitéríti a mágneset éppen úgy, mint az elektromos áram. Ez az összefüggés az északi fény és a mágneses háborgások között valóban már régóta ismeretes. De a kétféle jelenség nem föltétlenül kíséri egymást. VEGARD többször igen erős északi fényt figyelt meg észrevehető mágneses hatás nélkül. Így november 9.-én este, vagy december 11.-én reggel.

Már régebben megkülönböztették azt az északi fényt, a mely a mágnesre hat, attól, a mely mágneses háborgást nem okoz. Az utóbbi csoportba sorozták az iv- és kárpitalakú északi fényt. De VEGARD szerint a csekély mágneses hatás nem fűződik meghatározott alakokhoz. A különféle alakú északi fény közel meg egyező magasságban keletkezik, tehát valamennyire nézve közös okra lehet gondolni. Ezért VEGARD a megfigyelésekből azt az általános következtetést vonja, hogy az északi fény egyáltalában csekély mágneses hatást gyakorol és így a mágneses viharok előidézésében kevés része van. Ezeket magasabb rétegekben levő sugaraknak kell okozniok.

Nem valószínű, hogy a mágneses viharok és az északi fény-jelenségek különmemű sugárzásból erednek, így pl. az előbbieket katódsugaraktól, az utóbbiak α -sugaraktól. Mert ekkor a katódsugarak nagyobb sebessége miatt az északi fény-

nek a mágneses vihart néhány órával később követnie kellene. De ez a tapasztalattal nincsen összhangzásban. Ha pedig ezek a sugarak egymástól egészen függetlenek, akkor a kétféle jelenség között semmiféle összefüggés sem lenne. De a legerősebb északi fény ideje rendszeren összeesik a mágneses vihar idejével. A tapasztalatot VEGARD úgy magyarázza, hogy mindkét jelenséget egyenlő sugárzás kelti. A sugarak legnagyobb része a földmágneses térben elhajlik, mielőtt a légkörbe elérné, északi fényt nem idéz elő, hanem mágneses vihart okoz. A sugaraknak csak kis része hatol a légkörbe és létesít északi fényt. Ennélfogva a Napból a Föld felé haladó sugárzás erősségének mértékét főleg a mágneses viharokban kell látnunk és csak sokkal kevésbé az északi fényben.

BIRKELAND föltevésével az van összhangzásban, hogy a kozmikus sugárzás este a legerősebb. Ámde VEGARD azt találta, hogy a leghevesebb mágneses viharok a kora reggeli órákra esnek és ezt a megfigyelést nyomós bizonyítéknak tartja a mellett, hogy az északi fényt α -sugárzás kelti.

STÖRMER azt hitte, hogy a mágneses zavarok rendszeres megfigyeléséből következtetni lehet majd arra, hogy az északi fény sugarai pozitív töltésűek-e (α -sugarak), vagy negatívek (katódsugarak). Ha azonban az északi fény alig hat a mágnesre, akkor ez a lehetőség megszűnik.

Több eredménnyel kecsegtetnek ennek a kérdésnek eldöntésében azok a mérések, a melyekkel az északi fény alsó szélének magasságát határozták meg. VEGARD az 1912/13. évi megfigyelésekből 111.5 km-nyi átlagos magasságot vezetett le. 1913/14-ben KROGNESS-szel együtt újabb rendszeres méréseket végzett úgy, hogy ugyanazt az északi fényt két helyen lefotografálta és a magasságot abból az eltérésből számította ki, a mely a két fotográfiában az állócsillagokhoz képest mutatkozott. 1920 mérés átlagos eredménye 108.2 km.¹ Ha a levegő nyomására

¹ Természettud. Közlöny, 1912, XLIV. köt., 850. lap.

² Annalen der Physik, 1916, 50. köt., 852. lap.

¹ Ann. d. Phys., 1916, 51. köt., 495. lap.

WEGENER értékeit használjuk, akkor, mint VEGARD kimutatta, az α -sugarak valóban eddig a magasságig hatolnak a levegőbe. Ha ellenben katódsugarakat tételezünk föl, akkor ezeknek igen lágyaknak kellene lenniök, vagyis olyanoknak, a melyeket a levegő nagy mértékben elnyel. De ezek a katódsugarak viszont csak olyan övben kelthetnének északi fényt, a melyet a Föld mágneses sarka körül 35° ívfokos sugárral írunk le. Már pedig az északi fény öve 20° -os.

A magasságok eloszlásának vizsgálatánál VEGARD és KROGNESS azt találták, hogy két olyan magasság van, a mely legtöbb-ször fordul elő, még pedig 100 km és 106 km. Ezt úgy magyarázzák, hogy a kozmikus sugarak nagy része két csoportból áll, mindegyiknek más áthatoló tehetsége van. A különböző alakú északi fénynél ugyanezek a magasságok a leggyakoribbak. Ez is azt mutatja, hogy ezeket az alakokat egyforma sugárzás idézi elő.

Az északi fény függőleges kiterjedése 5–8 km. Alul sokszor élesen határolt, a legnagyobb fényesség az alsó szél közelébe esik. Mindezt könnyen megérthetjük, ha az α -sugarakat tekintjük az északi fény okául. Ezeknek ugyanis meghatározott hatástávolságuk van, a meddig a levegőn áthatolnak. Ennek a távolságnak végén sebességük és mindenféle hatásuk hirtelen lecsökken. Legnagyobb ionizáló hatásuk a távolság vége felé van. Az északi fény előbbi csekély kiterjedéséből VEGARD azt következteti, hogy a könnyebb gázok, mint pl. a hidrogén, nagyobb magasságban csak kis tömegben fordulnak elő. Ha a hidrogén túlnyomó lenne, akkor a legfényesebb hely 8 km-nél közelebb sohasem juthatna az alsó szélhez és a sáv szélességének legalább 40 km-nek kellene lennie. Katódsugarakkal az alsó éles határt és a kis szélességet nem lehet megmagyarázni.

A radioaktív eredetű α -sugárzás több, különböző sebességű csoportból áll. Ha a sugarak mágneses térben haladnak, akkor az egyes csoportok pályája külön-

böző mértékben görbül meg, a sugarak különválnak. Az útkukba helyezett fotografus-lemezen több, különálló sáv látszik. Ez az α -sugárzás mágneses színképe. Az iv- és kárpitalakú északi fényjelenségeknél többször észleltek néhány, egymással párvonalas sávot. Ez is az α -sugárzás mellett szól. Mindegyik sávot homogén sugárcsoport kelti, vagyis olyan, a mely megegyező sebességű sugarakból áll. Az elektromos kisülésből eredő katódsugarak csak egyetlen homogén csoportba tartozhatnak. A radioaktív eredetű β -sugarak a katódsugarakkal megegyező szerkezetűek, tehát az északi fény okát bennük is kereshetjük. Igaz, hogy a β -sugaraknak szintén van mágneses színképük, de ez nagyszámú, sűrűn egymás mellett levő vonalakból áll. Tehát a kisszámú homogén csoportot bajos lenne β -sugarakkal magyarázni. Azonkívül a radioaktív β -sugarak nagy áthatolótehetségük miatt mélyebb levegőrétegekbe kerülnének, mint a hol az északi fény keletkezik.

A különböző sebességgel a sugaraknak különböző áthatolótehetsége jár együtt. Tehát az északi fény magasságai között az egyes homogén csoportoknak megfelelően néhány értéknek gyakran kell előfordulnia. VEGARD és KROGNESS eddigi megfigyelései még nem nyújtanak elég alapot az ügy eldöntésére. STÖRMER 1913 tavaszán nagyobb anyagot gyűjtött össze. Úgy látszik, hogy egyes magasságok valóban kiválnak sűrű előfordulásukkal. További megfigyelések lesznek hivatva erre az ügyre világosságot vetni.

A kárpitok igen vékony levegőrétegre szorítkoznak. Ez azt jelenti, hogy a homogén csoportok akkor is megmaradnak, ha levegőn hatolnak át. De a megfelelő áthatoló-tehetségű katódsugarak nagymértékben szétszóródnak, azonkívül az egymásra gyakorolt elektromos taszítóerő következtében széthajlanak. A csoportok megmaradása tehát szintén az α -sugárzást bizonyítja.

M.

A Röntgen-sugarak újabb alkalmazása. Ismeretes, hogy valamely olajfestménynek Röntgen-sugarak segítségével

készült képe hasonlít annak fotografiai képéhez. Az ilyen képen a színek különböző fényértékük szerint eltolódnak, a körvonalak nem egyeznek mindig az eredetivel s foltok és csíkok sokszor lényegesen zavarják az összbenyomást. Ezt a tüneményt olyanformán magyarázhatjuk meg a legjobban, ha az olajfestményt összehasonlítjuk az emberi testtel. Tudjuk, hogy az emberi test Röntgen-képén a csontok például azért válnak ki a test többi részei közül, a vesekövek a veséből stb., mert különböző sűrűségüknél fogva más és más ellenállást tanúsítanak a Röntgen-sugárral szemben, míg a fotografus-lemez érzékeny rétegéhez jut és ezek a különböző ellenállások ott különböző fényhatásokat okoznak. Az olajfestmény is olyan anyagokból áll, melyek a Röntgen-sugarakat különböző fokban eresztik át, mert az olajfestményen különböző, hol nehezebb, hol könnyebb festékek csoportosulnak, illetve váltakoznak és idézik elő a különböző fényellentéteket. A sugár útjába gördített ellenállások nagysága elsősorban a festékben foglalt kémiai elemek atomsúlyától függ; az atomsúly a nehéz ólomtól vagy higanytól a cinkben és vason át egészen a könnyű alumíniumig váltakozhatnak a festményen. De a festékek olajtartalma, azaz hígítási foka is nagyon különböző szokott lenni, a mi a viszonyokat rendkívül bonyolítja, annál is inkább, mert a különböző festékek fajsúlya nem az egyetlen döntő oka, hogy különbözően eresztik a Röntgen-sugarakat.

Ha a most említett körülményeket tekintetbe vesszük, olyan skálát állíthatunk össze, mely a különböző olajfestmények röntgenológiai ellenállásának változásait különböző világossági értékekben fejezi ki. Ebből a táblázatból kitűnik, hogy mennyire eltérően viselkednek még ugyanazon rétegvastagságú festékek is egyenlő keménységű Röntgen-sugarakkal szemben, továbbá, hogy világossági értékükben mily gyakran különböznek lényegesen a fotográfia szabályaitól. Röntgenológiaiilag mint legvilágosabb hatású színek szerepelnek: a fehér, a sárga és a vörös (a növény-

eredetű indiai sárga és a krapplakk kivételével); középfestékek: a zöld és a barna; a sugarat könnyen áteresztő, azaz sötét festékek gyanánt hatnak a kéknek és a feketének összes árnyalatai, valamint a lakkok is. Ha a Röntgen-sugarak iránti viselkedést véve alapul, különböző értékű festékeket rétegezünk egymásra, akkor általában a festékek ellenállása is összegeződik, a mi viszont a Röntgen-képen mint a különböző fényértékek összege jelenik meg. Míg a fotográfia valamely festménynek csak a felszínét adja vissza, addig a Röntgen-sugár áthatol az egész festékrétegen és ily módon a festmény minden pontján visszaadja annak egész keresztmetszetét. Ehhez járul még a festmény alapanyagának a Röntgen-lenyomata is, t. i. a szövetség vagy a fának a különböző szerkezete is érvényesül; a papiroson, továbbá a felszíni lakk- vagy kenczerétegen a Röntgen-sugár akadálytalanul áthatol. A Röntgen-sugarakat az olajfestmények vizsgálatánál gyakorlati célokra is föl lehet használni, például korábbi és később átfestett képvázlatok kiderítésére: átfestett vagy más úton eltüntetett névalírások megállapítására és általában hamisításoknak vagy különben föl nem ismerhető eredeti képeknek a fölismerésére. *Dr. N. Konek Frigyes.*

Drótnélküli telegráf a Panama-csatornánál. A Panama-csatorna mellett három drótnélküli telegráf-állomást építettek, valamennyit az Északamerikai Egyesült-Államok haditengerészete kezeli, de az állomások a kereskedelmi forgalomban is résztvesznek. A csatorna két végén, Kolon és Balboa mellett két kis állomás építettek 5 kilowatt jeladó-energiával főleg azért, hogy a kereskedelmi hajókkal érintkezzenek.

Kolontól 40 km-nyire délre Darien mellett szerveztek nagy állomást, a mely 1915. június 1.-én kezdte meg működését. Ez az állomás elsősorban a csatornában, vagy közelében levő hadihajókkal érintkezik, továbbá más nagy állomásokkal. A telep a Panama-vasút mellett van Da-

rien vasúti állomásnál. Ezt a helyet azért választották, mert a part mellett levő hajók lőtávolságán kívül esik, azonkívül jó összeköttetése van a csatornával és a vasúttal. A talaj is kedvező a jeladásra és fölvételre egyaránt. A Gatun-tó egyik nyulványa ugyanis az antenna alatt van, ez a tó pedig a csatornával összefügg. Már régóta tudjuk, hogy az elektromos hullámok jobban terjednek a tengervíz fölött, mint szárazföld felett. A darieni állomás kedvező fekvése miatt az antenát aránylag alacsonyra lehetett venni.

Az áramforrás a csatorna telepe, a mely háromfázisú, 25 váltakozású, 44000 volt feszültségű áramot szolgáltat. Ezt 440 voltra letranszformálják. A jeladót motorból és dinamóból álló rendszer táplálja 500—1200 volt feszültségű egyenárammal. Biztonság végett az állomásnak 110 voltos egyenáramú telepe is van.

Jeladásra a POULSEN-féle ívlámpa-rendszert használják, fölvételre pedig az audiont. Az antennát három fémtorony tartja. A tornyokat magaslatokon akarták építeni, de ezt a talaj miatt nem tudták megvalósítani. Az eredetileg tervezett 51·8 m helyett jelenleg a tornyok talppontja 36·5 m-nyire van a tengerszín fölött. A toronylábak alapja háromszögalakú, melynek oldala 45 m. Minden láb a talajba épített cementtalapon nyugszik és gondosan el van szigetelve. A szigetelő porcellán száraz időben 110000 volt feszültségig elég, nedves időben pedig 40000 voltig. A tornyok távolsága 229, 273 és 295 m. Az antenna 125 m magas. A tornyok csúcsa között háromszögalakú legyező van 66 vezetékből. A szálakat néhány keresztben vonuló vezeték feszíti ki. Az antenna felső részéből 26 drót vezet le 45 m magasságig, innen pedig egyszerű vezeték a jeladó és fölvevő berendezéshez. Az antenna körülbelül 2·4 hektár területet borít be, kapacitása 0·01 mikrofard. A tornyok el vannak szigetelve, tehát nem járulnak hozzá az antenna kapacitásához, mint más nagy állomásokon.¹ M.

A Leclanché-elemek depolárizációja.

A Leclanché-féle galvánelem egyike a világon legjobban elterjedt galvánelemeknek s tulajdonképpen a közönséges elektromos zseblámpákhoz használt ú. n. „száraz” elemek is ebbe a típusba tartoznak. Arról, hogy a fogyasztás ebben a cikkbelen a világpiaczen milyen nagyméretű fogalmat adhat az a körülmény, hogy magában az Északamerikai Egyesült-Államokban évente 50 milliónál többet állítanak elő belőle. A Leclanché-elem pozitív sarka tudvalevőleg szénrúd, melyet a polározódás megszüntetése céljából barnakövel (mangándioxid) vesznek körül. A barnakő azonban nem tökéletes depolarizátor, a mi abból is látható, hogy az áramkör zárásánál az áramerősség fokozatosan csökken s az elem hamar kimerül. Ez a körülmény a dolog természeténél fogva lehetetlenné teszi ezen elemtípus állandó használatát. Annál jobb eredménnyel alkalmazható azonban intermittáló üzemekben, mert magára hagyva depolárizálódik s feszültsége ismét a normális értékre emelkedik. A depolárizáció tökéletesítése céljából annak idején már maga LECLANCHÉ ajánlotta, hogy a durvaszemű barnakövet széndarabokkal kell keverni, a gyárak azonban érthető okokból titokban tartják a legjobbnak látszó összetételeket. Újabban a massachusetts-i technológiai intézet laboratóriuma megállapította, hogy legczélyszerűbb a barnakövet ugyanakkora nagyságú széndarabokkal keverve 3—4 milliméter nagyságban alkalmazni. A depolárizáció gyors lefolyását az ilyen keverék nagymértékben előmozdítja, de természetesen a barnakő minősége is hatással van az eredményre. Az zseblámpákhoz használatos szárazelemekben ezzel szemben finomabb szemű barnakövet alkalmaznak s a retortaszénzemecskékkel erős nyomás alatt hengerré sajtolják. Minthogy a világháború következtében a barnakőbehozatal úgyszólván lehetetlenné vált, ennél fogva a mostani zseblámpa-elemek rossz minőségűek, mert a belföldi barnakövek összetételüknél fogva nem alkalmasak erre a célra. **Bodócs István.**

¹ Elektrotechn. Zeitschr., 1917, 8. lap.

XI. A CSILLAGÁSZAT KÖRÉBŐL.

A Nap útja a világtérben. Mindenki előtt ismeretes, hogy az égen látható csillagok kétfélék. Vannak olyanok, melyeknek kölcsönös helyzetében még hosszú időn át folytatott figyelmes vizsgálat esetén sem állapíthatunk meg változást. Ezek az úgynevezett állócsillagok. Vannak azután olyan csillagok, melyek helyzetét az állócsillagokhoz képest rövid idő alatt is észrevehetően változtatják. Ezek a Nap körül keringő bolygók.

Régebben az állócsillagokról az hitték, hogy teljesen mozdulatlanok az égboltozaton. Ez úgy értendő, hogy viszonylagos helyzetükben nem állapítható meg semmiféle változás, bár a látszó napi forgásban valamennyien részt vesznek. HIPPARCHOSZ az időszámításunk kezdete előtti második században fölfedezte, hogy az állócsillagok másik mozgást is végeznek, mely valamennyit egyenlően érinti. Ez abban áll, hogy a tavaszponttól számított és az ekliptikában mért szög az úgynevezett hosszúság valamennyi állócsillagnál egyenlően változik az idővel, míg a szélességük változatlan marad. Ez a preczesszió. Tudjuk, hogy a látszó napi mozgás nem más, mint a Föld tengely körüli forgásának képmása, a preczessziót pedig a Föld forgástengelyének a térben való elmozdulása idézi elő.

BRADLEY a 18. század elején másik sajátságos mozgást fedezett föl az állócsillagokon, mely ugyan nem egyenlő valamennyinél, de szintén oly szabályosságot mutatott, hogy okát ismét nem magukban a csillagokban kellett keresni. BRADLEY észrevette, hogy minden állócsillag egy év alatt látszólag kis ellipszist ír le az égen, mely annál keskenyebb, mennél közelebb van a csillag az ekliptikához. Ennek a látszólagos elmozdulásnak okát BRADLEY abban találta, hogy a Földnek a Nap körüli sebessége nem elenyésző a fény sebességéhez viszonyítva. Ezért a távcsövet kissé másképpen kell irányítani, mint ha a Föld mozdulatlan

lenne. A jelenséget a fény aberrációjának szokás nevezni.

HALLEY (1718) összehasonlította az ő korabeli megfigyeléseket HIPPARCHOSZ megfigyeléseivel, melyek PTOLEMAIOSZ Almagestjében maradtak ránk, s azt találta, hogy néhány csillag helye tetemesen megváltozott az észleléseket elválasztó 19 évszázad alatt. Így pl. az Aldebaran 45'-cel mozdult el. A régebbi megfigyelések bizonytalansága miatt azonban HALLEY csak valószínűnek jelenthette ki néhány állócsillagnak ezt a valószínű elmozdulását. Pontosabb eredményeket először MAYER T. ért el, a ki az ő saját megfigyeléseit (1760) összehasonlította RÖMER-nek ötven év előtti észleléseivel. Ezekből a vizsgálatokból kitűnt, hogy az állócsillagoknak van saját mozgásuk is, függetlenül a Föld mozgásától. Természetes, hogy a megfigyelés módszereinek tökéletesedésével kartöltve járt az állócsillagok saját mozgásának ismerete, s hogy az ily irányú kutatások a legnagyobb mértékben lekötötték a csillagászok figyelmét. Sőt azt kell mondanunk, hogy e mozgások kutatása a csillagászat egyik legfőbb feladata, a világegyetem megismerésének az egyik sarkalatos eleme.

Miután kitűnt, hogy az állócsillagoknak valószínű saját mozgásuk van, közelfekvő volt az a gondolat, hogy a Nap sem vesztegel mozdulatlanul a térben. De ha a Nap is halad valamilyen pályán, akkor a csillagokon észlelt mozgás nem a térbeli valószínű mozgás, mert a Nap mozgásának is vissza kell tükröződnie benne olyformán, hogy valamennyi állócsillagnak a Nap mozgásával ellentett irányú mozgást kell mutatnia. Ha pl. valamennyi állócsillag egymáshoz viszonyítva mozdulatlan lenne s csak a Nap haladna köztük valamilyen irányban, akkor azok a csillagok, a melyek felé közeledünk, látszólag távolodnának egymástól, míg a mögöttünk maradók látszólag közelednének. Ez a perspektívá-

nak közismert jelensége, melyet egyesek folyosón vagy fasorban sétálva bármikor észlelhetünk. A kérdés az, hogy lehet-e a csillagok észlelt mozgásában különválasztani a Nap mozgása által előidézett látszó elmozdulást a csillag valószínű mozgásától. HERSCHEL W. tett ebben az irányban először kísérleteket (1783, 1806). Megjegyzendő, hogy mi a csillagok elmozdulásának csak a gömbi vetületét tudjuk mérni ívmértékben. Azonkívül a spektroszkóp segítségével a látósugár menti sebességet is meg tudjuk határozni. A mozgás teljes ismeretéhez még szükséges lenne a csillag távolságának vagy parallaxisának ismerete. Ezt azonban sajnos csak nagyon kevés csillagnál sikerült eddig meghatározni. Azért mégis ki lehetett számítani legalább azt az irányt, a mely felé útjában a Nap jelenleg tart. Természetes, hogy az eredmények az alapul vett föltevések nagyobb vagy kisebb valószínűsége szerint változnak. Így HERSCHEL a Nap-mozgás célpontjának, apex-ének koordinátái számára a következő eredményekre jutott: $A = 245^\circ 53'$, $D = +49^\circ 38'$. (A = rektaszczenzió, D = deklináció.) Ez a pont a Hercules-csillagképben van. NEWCOMB az $A = 280^\circ$, $D = +35^\circ$ -ot tartja a legvalószínűbb értékek. Ez a Vega-csillag közelébe esik.

Az apex meghatározásánál a legfőbb föltevés az, hogy a csillagok saját mozgásaiban nincs szabályszerűség, azaz, hogy minden irányú mozgásnak a tér minden pontján ugyanaz a valószínűsége. Azonban újabb beható és fáradságos kutatások kiderítették, hogy a csillagok saját mozgásában van valami szabályszerűség. Így KAPTEYN a BRADLEY-féle katalógus 2400 csillagának tanulmányozásánál arra az eredményre jutott, hogy a saját mozgások főleg két különböző irányban mennek végbe, melyeket ő látszólagos vertex-eknek nevez. Az egyik irány $A = 85^\circ$, $D = -11^\circ$ (Orion-csillagkép déli része); a másik $A = 260^\circ$, $D = 48^\circ$ (Ara-csillagképben). EDDINGTON közel 7000 csillag saját mozgásából nem sokkal eltérő eredményre jutott. Hasonló számértéket

találtak DYSON, HOUGH és HALM. A jelenség magyarázatára KAPTEYN fölteszi, hogy az állócsillagok a térben áramlásszerűen mozognak, azaz nagyjából ugyanabban az irányban haladnak s a mellett külön saját mozgásuk van, olyformán, mint a folyó vízének irányában úszó halak csoportjának. Az állócsillagoknál két ily áram van, melyek egymást áthatják és ellentettek. Ha tekintettel vagyunk a Nap mozgására s kiszámítjuk az áramok valódi irányát, a valószínű vertex-et, a csillagrendszer tömegközéppontjára vonatkoztatva, akkor az egyik áram $A = 91^\circ$, $D = +13^\circ$ felé tart (Orion északi része): a másik áram a diametrálisan ellentett pont felé tart, $A = 271^\circ$, $D = -13^\circ$ (Sagittarius).

SCHWARZSCHILD szerint az állócsillagok saját mozgásában mutatkozó szabályosság magyarázatára nem szükséges két áramot föltennünk. Elégséges egyetlen egy áram, de ebben a sebesség bizonyos törvény szerint változik, mely függ a sebesség-irány és vertex-irány bezárta szögtől. Ez a föltevés az apex egyszerű kiszámítását teszi lehetővé. Szerinte a vertex iránya $A = 93^\circ$, $D = +6^\circ$ (Monoceros ϵ -ja közelében), az apex iránya pedig $A = 266^\circ$, $D = +33^\circ$ (Hercules ν -je közelében). Látjuk, hogy a számértékek között nincs olyan rendkívüli eltérés, minőt az alapul vett tapasztalati adatok hiányossága alapján várni lehetett volna.

Az apex a Nap mozgásának csak pillanatnyi irányát adja meg. Ha a Nap egyenes vonalban mozogna és a többi csillagok nem változtatnák viszonylagos helyzetüket, akkor az apex iránya egyszersmindenkorra érvényes maradna. De a csillagok mozognak és hátha a Nap valami görbevonalú pályát ír le a csillagrendszer tömegközéppontjára vonatkoztatva? Akkor azt lehet kérdezni, hogy ha a Nap pályáját sík görbének vesszük, milyen helyzete van e síknak a tejút csillagjainak fősíkjaához képest? A kérdés megoldását OPPENHEIM S. kísérlete meg a múlt év folyamán.

A Föld a Nap körül kering, s a Nap körül kering még hét nagyobb s több

mint 800 apró bolygó. Ezek az apró bolygók a Nap körül mintegy valami gyűrűfélét formálnak. A tejút kicsinyített mása ez. Mi a Földről észleljük ezeknek az apró bolygóknak a mozgását. Lehet-e a mozgásukból a Föld-pálya síkjának helyzetét meghatározni az apró bolygóknak valami közepes síkjához viszonyítva? Néhány elég egyszerű matematikai megfontolás azt mutatja, hogy igen, s a tényleges kiszámítás a valóságtól csak nagyon kevésbé eltérő eredményt szolgáltat. Most éppen úgy az állócsillagok mozgásából, *ugyanazon képletek* segítségével a Nap-pálya síkjának helyzetét számíthatjuk ki az állócsillagok tejútrendszerének közepes síkjához képest.

A számítás azt mutatja, hogy e sík 52° -nyi szöget zár be az ekliptikával, s ezt oly irányban metszi, mely a tavasz-

ponttól 270° -nyira van. A tejút síkjának hajlása 60° , metszésiránya pedig 280° . Látjuk tehát, hogy az említett föltevések mellett a Nap-pálya síkja közel egybeesik az állócsillagok tejútrendszerének fősíkjával. De a további számításokból az is kiderül, hogy a csillagok két főáramban mozognak, bár több mint valószínű, hogy több ily áram van, melyek egy közös *tengely* körül mozognak. Ez a tengely a tejút síkjára merőlegesen áll, mintha az egész tejútrendszer e tengely körül forogna. Azt, hogy ez csakugyan úgy van-e, vagy pedig belső erők tartják össze az állócsillagokat, még nem lehet eldönteni.

Az OPPENHEIM-féle módszer az apex meghatározását is megengedi. Ez nagyjából megegyezik az előbb említett értékekkel.

Dr. Wodetzky József.

XII. A METEOROLÓGIA KÖRÉBŐL.

Az időjárás szabályozásának lehetősége. Erről a fontos és sokszor fölmerülő kérdésről a frankfurti Fizikai Társulatban érdekes tájékoztató előadást tartott LINKE F. tanár, a frankfurti meteorológiai és geofizikai intézet igazgatója. Előadásának gondolatmenete a következő:

Abból az ismert tényből kiindulva, hogy az időjárás végeredményében a Nap melegítő hatásán alapszik, kiszámítható, hogy évenként 300 millió milliárd tonna szén kellene elégetni, hogy a Nap hatásával egyenlő hatást elérhessünk. Ezzel szemben a Földön évenként a szénbányászat csak körülbelül egy milliárd tonna szén termel. Ebből már megállapíthatjuk, hogy emberi erővel sohasem lesz módunkban a Nap hatását még csak kis mértékben sem megváltoztatni. Sőt még annak lehetősége sincsen meg, hogy mesterséges meleggel kis területen aránylag kis időre hassunk az időjárásra. Az iparúzó nagyvárosokban állandóan fejlesztett nagy hőmennyiségek éppen csak arra elegendők, hogy meteorológiai mérőeszközeinkkel éppen csak hogy megérezzük. A nagy városok ugyanis csak néhány tizedfokkal

melegebbek környezetüknél és így csak nagyon gyenge levegőáramlást idézhetnek elő.

Sokkal biztatóbb eljárásnak ígérkezik az a módszer, mely a Föld felszínének megváltoztatásával a Nap melegét igyekszik az időjárás megváltoztatására felhasználni. Tudjuk, hogy a napsugárzás száraz, növénytelen földterületekre sokkal erősebben hat, mint az erdős és nedves vidékekre. A nedves vidékek nappal hűvösebbek, éjjel enyhébbek, mint a szárazak. A mocsarak kiszáritásával és az erdők kivágásával bármely vidéket melegebbé és szárazabbá tehetünk, viszont erdősítéssel a nedvességet és a csapadékmennyiségét fokozhatjuk. Természetesen a most említett módszer csak akkor vezet célra, ha nagy területen alkalmazzuk.

Az időjárásra és az éghajlatra rendkívül nagy és sokáig nem kellően méltányolt hatása van a levegő por-, füst- és páratartalmának. A levegőnek ilyen tartalma csökkenti a napsugárzás hatását és kisebbiti az éjjeli lehűlést, azonkívül ködképződést és nagyobb mennyiségű csapadékot okoz. Londonban például az

ipar előrehaladtával a ködös napok száma az utolsó 40 év alatt évenként 51-ről 80-ra, sőt még többre emelkedett. A mesterségesen fejlesztett füst hatását gyakorlatilag felhasználják a szőlőkben éjjeli fagyok elkerülése céljából.

Sokan sokféleképpen megpróbálkoztak a mesterséges esőcsinálás mesterségével. Ezek a kísérletek többnyire azon a téves felfogáson alapszanak, hogy a levegő megrázkódtatásával a vízgőz összesűrűsödése fokozható. Sokkal nagyobb a valószínűsége annak, hogy a levegő por- és ióntartalmának fokozásával mesterségesen esőt lehet kierőszakolni. Zivatarok elkerülése céljából sokáig a viharágúzást használták, persze hasztalanul. Sokkal több eredményre számíthatunk, ha zivatarok elkerülése céljából elektromosságot jól vezető tartódótokkal ellátott sárkányokkal vagy ballonokkal igyekszünk a felhők és a Föld elektromossága közti kiegyenlítődést idejekorán elősegíteni.

A mesterséges szél keltésének lehetőségével is többen foglalkoztak már. Még a felhasználható legnagyobb hatásokkal dolgozó tervek is olyan gyenge erőken alapulnak, melyek a szélnél szereplő erőkhöz képest eltörpülnek. A szélnél szereplő energia összehasonlíthatatlanul nagyobb minden emberi erőnél.

LINK előadásában végül a következő eredményt vonja le következtetésképpen: Igen kevés annak a valószínűsége, hogy valakinek belátható időn belül sikerül nagyobb arányokban az időjárást mesterségesen módosítani és szabályozni.¹

G.

A Magas Tátrában pusztított szélviharról. 1915. november 18.-án hatalmas ciklon pusztított a Magas Tátrában és a Tatra déli lejtőjén Tátraszéplaktól északkeleti irányban elhúzódó, mintegy 2200 kat. holdnyi erdőterületen csaknem az összes fákát kidöntötte. Az elpusztított

terület 6·5 km hosszú és legnagyobb szélessége 2·5 km. A szélviharral meteorológiai szempontból MARCZELL GYÖRGY,¹ erdészeti szempontból VADAS JENŐ² foglalkozott legbehatóbban. Nem lesz érdektelen tudományos vizsgálatainknak főbb eredményeit röviden összefoglalni.

MARCZELL szerint a november 18.-i olyan jól kifejtett ciklon volt, a milyen az Océánon sem közönséges. Ezen a napon Budapest fölött 1000 méter magasságban 10⁰ erősségű vihar száguldott és 2000 méterben már oly szélsébség volt, a minő csak a tornadokban és tajfunokban fordul elő. A vihar iránya NW, NNW volt, a mit a tátrai szélöntés is bizonyít, u. i. a fák NW—SE irányban majdnem párhuzamosan feküdtek. A vihar pusztító erejét, illetve kifejlődését a kár területén MARCZELL így magyarázza: „A szélnek az 1000 méteres izohipsza táján történt helyi megerősödését a hegység topográfiája okozta. Az elpusztított erdősávban a topográfiával szorosan összefüggő szélrendszereket lehet megkülönböztetni, a melyek középpontjai, a honnan a fák dőlésirányai kiágaznak, terjedelem szerinti sorrendben: Szalóki-csúcs, Gerlachfalvi-csúcs, Felkai-völgy bevágása, Konciszta, Tarpataki völgy bevágása. Ezekből a pontokból, a melyek 15—20⁰-nyira emelkednek a kársújtotta terület fölé, sugároznak ki legyezőszerűen a ledöntött fák irányai. Az 1000 méternél magasabb fal előtt a rohanó ár felszökik a magasba, keresztmetszete megszűkül és ezzel arányosan megnő a sebessége. Eleven erejénél és tehetetlenségénél fogva az áramlás nem képes a déli oldalon a terep profilját követni, de a felsőbb rétegek nyomásának engedve átbukik az akadályon s 20—25⁰-nyi szög alatt zuhanva éri ismét a földet a kársújtotta területen”. „A Tatrától keletre és nyugatra,

¹ MARCZELL GYÖRGY, Az 1915. november 18.-i tátrai szélvihar; Az időjárás, 1916, XX., 37—51. lap.

² VADAS JENŐ, A Magas Tátrában elpusztult erdők följújtásáról; Erdészeti Kísérletek, 1916, XVIII. évf., 1—28. lap, Selmeczbánya, 1916.

¹ Jahresbericht des Physikalischen Vereins zu Frankfurt am Main, 1916, 84. lap.

hol a fal alacsonyabb és kevésbé meredek, a duzzasztás kisebb mértékű, a szél ereje sem növekedik lokálisan, a kár kisebb mértékű, vagy egészen elmarad.“

Az elpusztított területen aledöntött faállomány 74%-a lúczyfenyő, 16%-a vörösfenyő volt. Koruk 30—100 év között volt, a faállomány zöme (64%), 60—100 év közötti volt. A kidöntött fatömeget 219000 m³-re becsülték és a kár nagyságát bizonyítja az is, hogy nyilvános árverésen 4810000 koronán kelt el, ezenkívül még külön került eladásra a fenyőkéreg.

A széldöntés a tátrai fürdőtelep képét megváltoztatta. Szabadabb és nyíltabb lett a fürdő- és nyaralótelep öve. Azonban a kipusztult erdő helyén új erdőt kell létesíteni. Ezzel a feladattal foglalkozik VADAS idézett értekezésében és a kitermeléssel kapcsolatosan óhajtja megindíttatni az erdőfelújítás munkáját. Ezt azonban fejtegetései szerint úgy kell megoldani, hogy: 1. ily kár újból itt ne történhessék; 2. az erdőgazdaság szempontjából is célszerű és kielégítő legyen, az erdőbirtokosnak nagyobb jövedelmet biztosítson és 3. a tátrai fürdő- és nyaralótelep tulajdonosainak és a közönségnek érdekei is kielégíthessenek.

Abból a célból, hogy mindezeket a kívánalmakat kielégíthessük, VADAS beható vizsgálat alá vette a tátrai erdőterület talajának földtani fölépítését (TREITZ szakvéleménye), éghajlati viszonyait, a ciklonsújtotta terület fafajainak — különböző talajon nőtt példányainak — növekedését az évgűrűik alapján. Összehasonlította a kisiblyei erdészeti kísérleti állomás dendrológiai kertjének éghajlati viszonyaival, valamint ugyanazon fafajok ottani növekedésével. Kimutatta, hogy a Tátra szóbanforgó területének éghajlata zordabb, mint a kisiblyei, „a csapadék valamivel nagyobb ott, de a fatenyészet nézőpontjából a kettő között csupán az a különbség, hogy a Fagetum és Picetum fatenyészetű övben tenyészthető fafajok közül a több melegebbet kívánókat, mint a milyenek például a tölgyfélék (a ko-

csánytalan tölgyet sem véve ki), nemkülönben a fagy iránt érzékenyeket és védelemre szorulókat, mint a milyenek például a *Sequoia (Wellingtonia) gigantea*, *Thuja gigantea*, *Pinus excelsa*, s a többi érzékenyebb tűlevelű fákat, a tátrai erdősítéseknel tekintetbe venni nem lehet.“

A Tátra déli lejtőjének ciklonsújtotta területe az alsó erdőrégióhoz tartozik, ennek jellegét az erdei flóra és rétek adják meg. Azonban a mi területünk erdőterület volt, s a lúczyfenyővel — a mely nem viharálló — felújítani nem volna célszerű. Szükséges ugyan kisebb csoportokban a meglévő termőhelyi viszonyok szerint alkalmazása, de különösen hasznos elegyítése jegenyefenyővel, vörös, erdei és havasi fenyővel, tiszafával, bükkal, hegyi juharral, hegyi szillel, valamint alkalmas külföldi fafajokkal is. Abból a célból, hogy szép erdőképet is biztosítsunk és az erdei flóra is elsőrendű legyen, kárpáti nyír, éger, madárberkenye és sziléziai fűzzel való elegyítést is szükségesnek tartja VADAS.

A felújítási tervben VADAS külön kiemeli, hogy erdei tisztások is hagyandók, de ezeknek a réteknek éppen a széldöntésekre való sége miatt nem szabad szabályos alakot adni, mert ha az elpusztított tátrai erdő nem lett volna oly egységes, a kártevés is kisebb arányban jelentkezett volna.

A tátrai erdők felújítása érdekében természettudományi alapon adott szakvélemény igen szép bizonyítéka annak, hogy az erdészeti kísérletek mennyire karöltve haladnak a meteorológus, klimatológus, geológus vizsgálataival és milyen nagy gyakorlati jelentősége van annak, ha hivatott szakember mindezeket összeegyeztetni és alkalmazni tudja.

Dr. Réthy A.

A 0^o-os izoterma tengerszínföli magassága. Minden magaslati állomás, hol a hőmérséklet évi középértéke a 0^o alatt van, vagy azt eléggé megközelíti, alkalmas arra, hogy alkalmas talpponti állomás segítségével kiszámítsuk az illető vidékre ama szintnek magasságát, a melyben a levegő hőmérsékletének havi

átlag 0° . A dolog természetéből folyik, hogy a téli félévben ez a réteg mélyebben, a nyáriban magasabb szintben helyezkedik el és helyét az év folyamán lassan változtatja. Legnagyobb a változás tavaszszal és őszszel. A Zugspitze éghajlatával

Hónapok : ... I. II. III. IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII. Év
A tengerszín fölötti
magasság : ... 550 520 1170 1710 2470 2980 3190 3240 2890 2350 1250 820 2030

SÜRING² adatai szerint Lindenberg fölött a szabad légkörben a reggel 7 órai sárkány- és léggömbmegfigyelések eredményei szerint a 0° -os izoterma 1785 m magasságban van. Lindenberg fölött már júliusban emelkedik legmagasabbra. 3100 méterre és WAGNER számításai szerint ez az izotermikus réteg Közép-Európa fölött augusztus havában $3\frac{1}{2}$ km magasságban van.

A Zugspitze és Hohenpeissenberg reggel 7 órai hőmérsékleti évi középértéke szerint (Z — $6\cdot0^{\circ}$, H $4\cdot9$, gradiens $0\cdot55^{\circ}$ per 100 m) a 0° -os izoterma 1880 m magasságban helyezkedett el. Közel 100 méterrel magasabb régiókba kerül, a minek oka valószínűleg a magas hegység — nagyrésze állandóan hóval és jéggel fedett — fekvésében keresendő, mert ha a hegycsúcsok hőmérsékleti adatait a szabad légkörben észlelt valódi hőmérsékleti adatokra redukáljuk is, még mindig 1860 m magasságot kapunk. (Z — $3\cdot6^{\circ}$, a H — $2\cdot1^{\circ}$ -kal hidegebb reggel 7 órakor, mint az illető megfelelő magasságú szabad légkör). A 0° -os izoterma tehát a német síkság fölött 1785 méter magasságban van, míg az Alpok fölött 100 méterrel nagyobb magasságban keresendő.

Nem lesz érdektelen, ha két hazai tájék-

¹ A. HUBER, Das Klima der Zugspitze (München, 1914).

² I. HANN, Lehrbuch der Meteorologie. SÜRING, Die Temperaturverhältnisse der oberen Luftschichten (Leipzig, 1913).

foglalkozva, HUBER¹ a Zugspitze és a Hohenpeissenberg meteorológiai magaslati obszervatóriumok megfigyeléseiből levetett hőmérsékleti gradienssel számított 0° -os izoterma helyét a következő adatokkal szemlélteti :

ról is közlünk ilyen adatot az 1912.-ik évi megfigyelések felhasználásával. A *Vlegyászában* a 1520 m magas Dobrin-vadász-lakon a reggel 7 órai közepes hőmérséklet $0\cdot8^{\circ}$, *Kolozsváré* $5\cdot5^{\circ}$, a hőcsökkenés 100 méterre $0\cdot41^{\circ}$ s így a 0° -os izoterma helye itt 1710 méter. *Budapest* és a *János-hegy* adatai szerint a hőcsökkenés $0\cdot35^{\circ}$. s így itt 1740 méterre tehető a 0° -os, izoterma. Végül a Várpatak fölött *Keresztényhavas* ($1\cdot9^{\circ}$) és *Brassó* ($5\cdot1^{\circ}$) adatait véve szemügyre, 1650 méterben kapjuk. Természetesen az itt közölt hazai adatok közelről sem tekintendők véglegeseknek, hisz csak 1 év megfigyelései szolgáltatták, de némi tájékozásul használhatók.

Dr. Réthly Antal.

Rendkívüli esőmennyiségek. A Monthly Weather Review (1914. szept. 31.) közlése szerint Kansas-ban (Mo.) 1914. szeptember 7.-én éjfélről másnap $1\frac{1}{2}$ 10 óráig $176\cdot3$ mm-nyi eső esett; ebből a mennyiségből $98\cdot7$ mm 6 és 9 óra között zuhogott le. A legnagyobb mennyiség volt 5 perc alatt $16\cdot3$ mm, 10 perc alatt $25\cdot6$ mm, 15 perc alatt $32\cdot0$ mm és egy óra alatt $50\cdot9$ mm. — Ugyancsak szokatlan mennyiség esett Cambridge-ben (Ohio) 1914. július 16.-án; ez alkalommal $1\frac{1}{2}$ óra alatt $189\cdot1$ mm eső esett. Ez a szokatlanul bő eső azonban csak helyi volt, a mennyiben csupán körülbelül 5 angol négyzetmértőföldre terjedt. — a.

XIII. A TECHNIKA KÖRÉBŐL.

Gliczeringyártás répaczukorból. A háború folyamán kidolgozott újabb eljárások egyik legérdekesebbje az a gliczerintermelő eljárás, a mely répaczukor-

ból kiindulva, erjesztés útján készít gliczerint. Minthogy a gliczerinnek a hadviselésben igen nagy szerepe van, ezt az új gliczerintermelő eljárást a hadügy-

minisztérium támogatásával egyre nagyobb arányokban értékesítik. E célra eddig közel félmillió mázsa répacukrot biztosítottak. Már körülbelül 3 hónappal ezelőtt is naponta mintegy 4 vagon cukrot dolgoztak fel ilyen módon. Sajnos, a kihasználás egyelőre még nem valami fényes, a mennyiben 400 mázsa cukorból körülbelül 100 mázsa glicerint lehet csupán előállítani. A vizsgálatok szerint az ily módon erjesztéssel termelt glicerinnel, illetőleg a belőle készülő robbantószerkeknek eltarthatósága kisebbfokú, mint a zsírbontással termelt glicerinnél gyártott robbantószerkeké. Hasonló ez a jelenség ahhoz, hogy pl. a facellulózsból termelt robbanógyapot is bizonyos idő múlva bomlik, illetőleg elváltozik. Ezek a körülmények még ha az eljárásokat és a termékek tartósságát sikerülne is jelentősen fokozni, valószínűvé teszik, hogy az ily módon való glicerintermelés, valamint a facellulózsból való robbanógyapergyártás kizárólag csakis a háború tartama alatt marad meg.¹

Új mótóros kerékpár. A mai mótóros kerékpárnak hátránya, hogy a mótornak föl-, illetve leszerelése igen nehézkes és különös szakértelmet kíván. További hibája, hogyha baj éri a gummikereket, ennek leszerelése és újbóli felszerelése a bonyolódott csapágyszerkezet miatt nagy fáradtsággal járó szakmunkával van egybekötve. Ha a ma kerékpároknál a mótóban olyan üzemzavar áll be, mely belsejének megvizsgálását teszi szükségessé, a kerékpárt szét kell szedni, a mótort le kell szerelni és ezt is szét kell szedni, azután a belső megvizsgálásra kerül a dolog, majd újból mindent össze kell állítani és felszerelni, úgy hogy ezt a sok kényes műveletet csak gyakorlott szakember tudja elvégezni. Legfőbb hátránya pedig az, hogy az indítást a műveletek egész sorozata előzi meg; nevezetesen a gépnek felállítása egy állványra, lábbal való meghajtása, közben a mótór kipuffogó szelepeinek fölemelése, majd ennek leeresztése stb.

¹ V. ö. Vegyészeti lapok, 1917, 167. lap.

Mindezekben a hátrányokon lényegesen segít az új kerékpár, melyet KERTÉSZ FERENCZ, a Városi Villamos Vasút főmérnöke szerkesztett.

Találmányának lényege, hogy egyrészt a mótór a kormányvillára szerelhető föl olyképpen, hogy a mótór tengelye párhuzamos a kormányvillával, másrészt a kúp fogaskerék áttétel útján az első kereket hajtja meg. Ennek az elrendezésnek jó oldala, hogy a mótór néhány csavarral akármely kerékpárra felszerelhető, úgy hogy a gép akár mint mótóros kerékpár vagy néhány percnyi leszerelés után mint egyszerű kerékpár működhetik. Minthogy a mótór minden hozzávaló alkotórészeivel együtt egyszerre vehető le a nélkül, hogy azt szét kellene szerelni, a mótornak le- és felszerelését bárki elvégezheti, ha pedig a gépet bármely üzemzavar éri, a mótóros kerékpár mint közönséges kerékpár is használható. Csak egyetlen csavart kell megforgatni, hogy a mótort és a kerékpárt egymástól szétválaszthassuk.

Az indítás — éppen úgy, mint a gépkocsinál — kézi fogantyúval történik, és ha a mótór már mozgásba jut, a dörzskapcsoló egyetlen mozdulattal lekapcsolható, mire a kerékpár megindul.

A mótór belsejének megvizsgálása igen egyszerű és kényelmes, mert csupán a mótór felső fedelét kell lecsavarni, sőt ha a fedelet visszahelyeztük, a mótór kormányzását és a gyújtást sem szükséges újból beállítani. A gép egyébként könnyű, kitűnően kormányozható és ellen-súlyozható, járása igen síma, nem ráz és hűtőberendezése lehetővé teszi a hegyi pályán való mozgását. Egyszerű, gyors és könnyű kezelése, biztos járása még nehéz térszíni viszonyok közt is arra a reményre jogosít, hogy ez a figyelemre méltó magyar találmány mindenütt tért fog hódítani.

Welwart Benő.

Az egyenirányító higanylámpák a gyakorlatban. A váltakozó áram átalakítása egyenárammá higanylámpák segítségével a gyakorlatban egyre inkább

terjed.¹ Ma már üvegburával olyan eszközöket készítenek, a melyeket 60—80 ampèreig lehet megterhelni, a feszültség pedig a két elektród között 60—500 volt lehet. Az átalakított áram energiájának viszonya a bevezetett áram energiájához a lámpa hatásfoka. Ez a hatásfok annál jobb, mennél magasabb a feszültség. 30 voltnál 57%, 100 voltnál 80%. Ennek az az oka, hogy a feszültség a lámpában csökken, még pedig ugyanannyival, bármekkora az eredeti feszültségekülönbség a két elektród között. A feszültség esése a lámpában legtöbbször 15 volt. A higanylámpa előnye, hogy üzeme biztos, a feszültség ingadozása iránt nem érzékeny, felszerelése és üzemben tartása olcsó, kezelése egyszerű, zajtalanul és rázás nélkül működik, kevés helyet foglal el és jó hatásfoka van.

Újabban aczéledénnyel olyan lámpákat készítenek, a melyek 500 kilowattig terhelhetők, a feszültség pedig 60—1000 volt lehet. Hatásfokuk 110 voltnál 90,5%.

A higanylámpák különösen a telegráf- és telefon-középpontokban terjedtek el. A hol külön áramfejlesztő telep nincs és a világító áram váltakozó, ott higanylámpákkal az áramot átalakítják és vagy közvetlenül fölhasználik, vagy akkumulátorokat töltenek vele.² M.

A Föld víziereje és értékesítése. Az egész Földön található vízierőt 8000 millió lóerőre becsülik, de ennek csak 6%-át, körülbelül 500 millió lóerőt lehetne kihasználni. Eddig legnagyobb részét még nem értékesítik. Leggazdagabb ebben a tekintetben Svájc, 1 km²-re átlag 36,6 lóerő jut, legszegényebb Németország, a hol 1 km²-re csak 2,6 lóerő esik. Norvégiában a vízierő km²-enként 20 lóerő, Olaszországban 19, Svédországban 15, Franciaországban 10,9, monarchiánkban 9,1,

Angolországban 3. Németországban már most is érzik a vízierő hiányát, mert egyes iparágak az olcsó erőforrást nem nélkülözhetik. Így a salétromgyártás a levegő nitrogénjéből csak akkor versenyezhet a természetes salétrommal, ha az áramtermelő gépeket vízierő hajtja.

Érdekes példájul szolgálhat egy német szövögyár a Neckar mellett, hogyan lehet kevés vízierőt gazdaságosan felhasználni. Az értékesítést sokszor az nehezíti, hogy a víz mennyisége és az esés magassága az évszakok szerint igen változik. Mikor az üzem szünetel, sok vízi energia kárba vész. Duzzasztó gát építése sokszor a térszín miatt nem lehetséges, máskor túlságosan költséges. A szövögyár a vizet az üzemszünetek idején hidraulikus úton gyűjtötte össze. A víz mennyiségének havi középértéke 25 m³ és 6,5 m³ között ingadozott, de néha 4 m³-re csökkent. A közepes esés 3,55 m volt. A szövögyárnak 800 lóerőre volt szüksége, a vízforrásból pedig legföljebb 600 lóerőt kapott, tehát legalább 200 lóerőt mindig gőzgépekkel termelt, mérsékelt vízállásnál 400 lóerőt, alacsony vízállásnál 600-at is. A gyár hetenként 58—64 órán át dolgozott, tehát a rendelkezésére álló vízierőnek is csak körülbelül harmadrészét használta fel. Ezért a gépházról 900 m távolságban, 125 m-nyire a turbinák fölött betonfalú víztartótavat építettek, a mely 17500 m³ vizet vehetett föl. 0,5 m átmérőjű csövek vezettek le a turbinákhoz. A turbinák, a melyek üzem idején a gépeket hajtották, máskor szivattyúkat mozgattak. Ezek a vizet a tóba emelték. A turbinák e szerint folyton dolgoznak, vagy a szövögyékre, vagy a szivattyúkra kapcsolják őket. Ilyen módon elérték, hogy az összes gépeket vízierővel hajthatják, a gőzgépek egészen fölöslegesek lettek. Évenként 183000 lóerő-óra becsülik a várható nyereséget. Az egész berendezés 322000 márkába került és így a befektetés jól jövedelmez.

M.

¹ Leírását I. Pótfüzetek a Természettud. Közlönyhöz, 1916. évf., 184. lap.

² Elektrotechn. Zeitschr., 1917, 195. lap.



Megjelenik évenként négy füzetben, három nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegek közli ábrákkal illusztrálva.

PÓTFÜZETEK
A
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
KÖZLÖNYHÖZ.
ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a társulat tagjai évi 3 K. ráfizetéssel kapják; előfizetési ára, a Természettud. Közlönyvel együtt, 15 K.

XLIX. KÖTETHEZ.

1917. DECEMBER

3—4. (CXXVII—CXXVIII.) PÓTFÜZET.

A Dinosaurusok élete és szerepe.

Mint a hogy a történettudósok az emberiség történetét öt főszakaszra: történetelőtti időre, ókorra, középkorra, újkorra és „légújabb korra” osztják, azonképpen a geológus is öt periódusra tagolja a Föld történetét; ezek: az archeozoi-, paleozoi-, mezozoi-, kainozoi-kor és a jelenkor. A történeti korokkal a természetszerűleg hosszabb geológiai korok nemcsak az ötös tagolásban egyeznek meg, de abban is, hogy a legrégebb kor mindkét beosztásban a leghosszabb, a későbbi korok pedig fokozatosan rövidebbek. A geológiai korok időtartamát évszámokban természetesen nem lehet kifejezni, az a tény azonban, hogy az újabb korok fokozatosan rövidebbek: kitűnik a lerakódások vastagságából. Az időközök e különbségének hangsúlyozása azért fontos, mert a következő sorok olvasásakor mindig szem előtt kell tartanunk, hogy már a mezozoi-kor egy része, például a kréta-formáció tovább tartott, mint az az idő, a mióta a Földön az emlős-állatok uralkodnak. Valamely formáció időtartama természetesen nagyon fontos a benne élt állatvilág megítélésére.

Földünk élőlényeinek történetét vizsgálva, az őslények és az emberiség története időtartamaik egyezésén kívül is összehasonlítható. A miként a történettudósnak nem áll a történelemelőtti időkből semmi pozitív okmány rendelkezésére s ezért kénytelen a történelemelőtti ember életmódjára csupán különböző leletekből közvetve következtetni, azonképpen a paleontológusok rendelkezésére sem áll az archeozoi-korból semmi pozitív adat.

Azt, hogy az archeozoi-kor végén már valószínűleg éltek szerves lények, csak a prekambriumból, vagyis a paleozoi-kor első szakaszából ismert élőlények sokféleségéből következtethetjük. Az eddig ismert legrégebb élőlények a Végülények (*Protozoa*) körébe tartozó Foraminiferákon kívül a Meduzák, Korallók, Puhatestűek (*Mollusca*) és az Izeltlábuak (*Arthropoda*); Gerinczes-állatok a prekambriumban még nincsenek. A Gerinczesek közül a legrégebbek, még pedig halak, csak a paleozoi-kor harmadik formációjából, a szilurból ismeretesek. A legrégebb Kétlélűek (*Amphibia*) és Csúszómászók (*Reptilia*) az erre következő „karbonban”, vagyis a kőszénkorszakban jelennek meg. Ezek az állatok egyszersmind a legrégebb ismert szárazföldi négylábú gerinczes állatok.

A paleozoi-korban élt Kétéltűek jelentőségére és sajátosságos szervezete, a melyeket éppen e sajátosságuk alapján *Stegocephala* névvel jelölnek, valamint a Kétéltűekre általában más alkalommal térünk rá, ez alkalommal csak a Csúszómászókkal (*Reptilia*) foglalkozunk.

A mint tudjuk, a Csúszómászókat a jelenkorban a teknősök, krokodilusok, kígyók és gyíkok képviselik. A mezozoi-korban más volt a helyzet. Abban az időben — hogy csak a legfontosabbakat említsük — éltek olyan tengeri Csúszómászók, a melyek külsőleg a delfinekhez hasonlítottak; a tudományban ezeket az alakokat *Ichthyosaurus* néven ismerik. A kréta-formációban ugyancsak delfinalakú *Mosasaurus*-ok éltek, a melyek a ma is élő *Varanus* nevű gyíkokkal állanak rokonságban; más úszószárnyas mezozoi alakok külsőleg a tengeri teknősökhöz hasonlítottak, de meglehetősen, olykor feltűnően hosszú nyakuk és erős, krokodilusszerű fogakkal fölfegyverzett fejük volt; ezeket a tudósok *Sauropterygia* névvel jelölik. Átmeneti alakok bizonyítják, hogy ezek a csodálatos állatok gyíkalakú Csúszómászóktól származnak. A Föld történetének középkorában valószínűleg az ázsiai repülő mókushoz hasonló lényekből fejlődtek ki a levegőben egykor uralkodó *Pterosaurus*-ok, a melyekből néhány, közel 8 méter szárny szélességű példányt is találtak. A repülő mókushoz hasonló törzsalak ma még mindenestre csak föltevéses. A legrégebbi ismert madár maradványait folyóiratunkban nemrégiben LAMBRECHT KÁLMÁN ismertette.¹

Patkány nagyságú Emlős-állatok már a mezozoi-kor kezdetén, a triászban éltek, uralkodó szerephez az Emlősök azonban csak a kainozoi-korban jutottak. A mikor az Emlősök még úgyszólván csak titokban éltek, a szárazföldi Csúszómászók sorából nagy és különböző alakok uralkodtak. Krokodilusokon és teknősökön kívül a mezozoi-kor különböző szakaszaiban, részben azonban már a permformáció végén hosszúlábú, sőt a mezozoi-korban — miként látni fogjuk — kétlábon járó Csúszómászók is éltek. Ezek az állatok részben növény-, részben húsevők voltak.

A Csúszómászóknak most említett változatos alakú csoportjai közül egyes csoportok gyorsan fejlődtek ki többé-kevésbé ismert ősekből, fejlődésükben azonban megakadtak és variáló tehetségük csak csekély fokú volt; ilyenek pl. a teknősök, a *Pterosaurus*-ok és a krokodilusok. Más alakoknak, pl. a *Rhynchocephalia*-knak a variáló tehetsége jóval nagyobb volt. Az utóbbi említett csoport utolsó képviselője az Újzélandon ma is élő, gyíkra emlékeztető *Hatteria*. A Csúszómászók két csoportjának, a *Theromorphá*-knak és a *Dinosaurus*-oknak variáló tehetsége igen nagy volt, ennek következtében közöttük nagyon különböző típusokat találunk. Nagy variáló hajlamuk következtében éppen ebből a két csoportból fejlődtek ki

¹ Természettudományi Közöny, 1917. évf., 49. köt., 589. lap.

a mai melegvérű állatok. Az Emlősök őse bizonyára olyan alak volt, amely, ha sikerülne megtalálni, a bűvárok nagy része theromorph Csúszómászónak tartana, a madarak egyenes ősenek remélhető fölfedezésekor pedig bizonyára széleskörű vita tárgya lesz, vajjon a kezdetleges szervezetű *Dinosaur*-ok, vagy az igazi *Dinosaur*-ok ősei, az ú. n. *Pseudosuchia*-k sorába tartozik-e? Ez utóbbiak húsevő, a *Rhynchocephalia*-kkal közel rokon, kihalt Csúszómászók.

Találón jegyzi meg GADOW: valóságos szerencse az állatrendszerezők számára, hogy az állatvilág egyes csoportjainak csak kevés átmeneti tagját ismerjük, mert ha valamennyit ismernők, a rendszertan megdőlné, a mennyiben a csoportok egymásba olvadnának. Egyelőre sem a *Theromorpha*-, sem a *Dinosaur*-csoport nem állít ilyen rendszerezési dilemma elé bennünket, a *Dinosaur*-ok eredetéről szólva ezt a dilemmát azonban nem kerülhetjük el.

A *Theromorpha*-k virágzásának kora a paleozoi-kor végére és a mezozoi-kor elejére, tehát a perm- és triász-formációk idejére esik, a *Dinosaur*-ok fénykora a triász második felében kezdődött és az egész mezozoi-koron keresztül a kainozoi-korig tartott. Azt mondhatjuk tehát, hogy a *Theromorpha*-k a paleozoi-korra és a mezozoi-kor elejére, a *Dinosaur*-ok pedig a mezozoi-korra jellemzők. A kainozoi-korra az ember megjelenéséig az alacsonyrendű Emlősök jellemzők.

Nagyfokú alkalmazkodó tehetségük következtében csaknem az egész mezozoi-koron keresztül a *Dinosaur*-ok voltak a szárazföld korlátlan urai. Egy részük megelégedett a növényi táplálékkal, más részük azonban ragadozóvá fejlődött. A *Dinosaur*-oknak ez a kettős életmódja a bélcsatorna alakjával kapcsolatban már a legkezdetlegesebb alakokból két, élesen különböző csoportot fejlesztett ki: egy hosszabb és egy rövidebb törzsűt. Az egyik, még pedig a túlnyomólag húsevő csoport — később kifejtendő okokból — minden speciálizáltsága mellett megtartotta a medence kezdetleges szerkezetét, a másik csoportban a medence lényegesen módosult, még pedig olyanképpen, hogy a csontos medence végül csaknem rendes szabású madármedenczének látszik. Az első csoportot hüllő-jellegű medenczéje alapján *Saurischia*, a másodikat a medence madár-jellege után egyesek *Ornithischia*, mások *Orthopoda* névvel jelölik meg. Az ok, a mely miatt a tudósok az utóbbi csoport elnevezésében egymástól eltérnek, ezen a helyen mellékes. Mindkét csoporton belül ismét két csoportot különböztethetünk meg, és pedig azon az alapon, hogy mindkét csoport egy részénél az elülső lábak aránylag sokkal gyengébbek a hátsóknál, másik részénél azonban körülbelül egyforma erősek. A *Saurischia*-k gyenge elülső lábú alakjait *Theropoda*-knak, az *Orthopoda*-k megfelelő alakjait pedig *Ornithopoda*-knak nevezzük. Az aránylag erős elülső lábú alakokat a *Saurischia*-k

csoportjában *Sauropoda*, az *Orthopoda*-k csoportjában *Thyreophora* névvel jelöljük meg. A *Thyreophora*-knál a hosszú lábakhoz többé-kevésbé fejlett páncél járul, a *Thyreophora*-kra ragadozó fogazatuk jellemző. Az *Ornithopodida*-k fogazata a növények megrágásához alkalmazkodott s páncéljuk nincsen.

E négy alrend képviselői közül soknak teljes csontvázát, soknak azonban csak a szaktudósok szemében sokatmondó csonttöredékeit ismerjük. Az eddig ismert *Dinosaur*-ok is igen különböző alakúak, és mégis egyre új és új alakok kerülnek napvilágra, úgy hogy az, a mit ma a *Dinosaur*-ok maradványaiból ismerünk, valóban nem más, mint egy nagy mozaik néhány részlete. Valamely fosszilis szárazföldi állat fennmaradása, konzerválódása és megtalálása minden esetben a véletlentől függ, ezért van a paleontológiai leletek között annyi űr. A maradványoknak ez a hiányos volta a *Dinosaur*-ok esetében különösen sajnálatos, sőt egyenesen ijesztő. Északamerika triász kori rétegeiből 44 szárazföldi állatfajnak lábnyomait ismertük meg, csontvázát azonban csak 4 fajnak ismerjük; a liaszkorból, bár szárazföld abban az időben már bizonyára volt, csak egy növényevő *Dinosaur*-t és a húsevőkből mindössze néhány fogat ismerünk; egy jurakori *Dinosaur*-nak, a *Streptospondylus*-nak csak két példánya, a vele egykorú *Megalosaurus*-nak Európából csak néhány csontja és állkapocsdarabja, a *Compsognathus*-nak csak egy példánya ismeretes. A *Polacanthus*-ból eddig csak egyetlen, félig-meddig jól megtartott csontvázat és egy másik kétes példány maradványait, a felső kréta-formáció idején egész Közép- és Keleteurópában hosszú időn át elterjedt *Struthiosaurus*-nak csak négy példányát ismerjük és e négy példány közül is kettőt csak negyven évvel az első fölfedezése után találtak meg. Az első kettőt Bécsújhely környékén, az utóbbiakat a Kárpátokban találták. A *Struthiosaurus*-nak egyelőre *Megalosaurus* néven leírt kortársát két, a Gosauban és Nagybárodon talált fog, 5—6 Erdélyből leírt farkcsigolya és egy Belgiumban napvilágra került czombcsont képviseli. A *Craspedodon*-t két, Belgiumban talált fog, a *Regnosaurus*-t pedig mindössze egy alsó állkapocs töredéke alapján ismerjük és így tovább. A gyakoribb *Dinosaur*-fajokat e dolgozat keretében mind megemlítem; a 22 ismertetett típusnak 40%-át egyetlen példányban, három további pedig csak igen kis példányszámban ismerjük. Ezek után könnyen elgondolható, hogy mit várhatunk még a további fölfedezésektől.

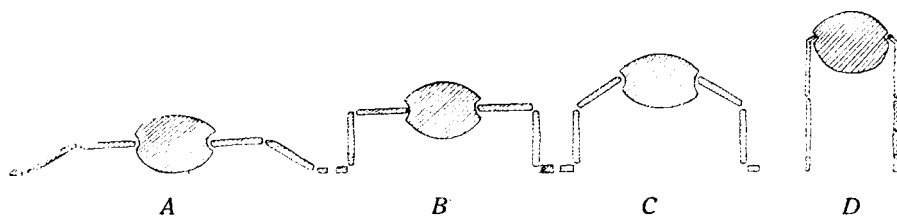
A csak töredékek alapján ismert és így semmit sem mondó *Dinosaur*-ok neveit sem említem; a típusokat képekben mutatom be, életmódjukat pedig biológiai magyarázatokkal világítom meg. A biológiai fejtegetések előtt azonban egyetmást előre kell bocsátanom.

A koponya és a gerincoszlop szerkezete nem módosítja lényegesen az állat külső képét, a lábtartásról azonban szólanom kell.

Minden *Dinosaurus* rekonstruálásánál mindig arra törekszem, hogy az állatot állva és nyugalmi helyzetben ábrázoljam. Az álló nyugalmi helyzetet azért választottam, mert nagyon könnyű ebből a helyzetből a rendes járás módjára következtetni.

Minden gerinces állat mozgási módját megismerhetjük végtagcsontjainak, mell- és lapoczkacsontjainak, valamint medencze-csontjainak alkotásából. A járás alapján megkülönböztetünk két lábon és négy lábon járó állatot. Vizsgáljuk meg mindenekelőtt a négy lábon való járást közelebbről.

Úszó állaton a test oldalán helyet foglaló végtagoknak nincs más szerepük, mint hogy a testet előlről hátrafelé irányuló mozgással előretolják. A Farkos-kételtűeknél, vagyis a gőtéknél és szalamandránál sem áll a áras velejében másból, mint a részben még a hason fekvő testnek előretolásából (1. kép, A). Ennek következtében a végtagok a test oldalán foglalnak helyet. A gyíkoknál és részben a krokodilusoknál az előremozgatással kapcsolatban a test is emelkedik, hogy ne érintse már a talajt; ezért



1. kép. Különböző lábállások diagrammjai: A kételtű, B theromorph csúszómászó, C gyík, D emlős és madár.

a végtagok, bár még a test oldalához csatlakoznak, részben már a test alá is kerülnek. A felsőkar- és csombcsont ferdén kifelé és lefelé, az alsó karcsont és lábszár csaknem egészen lefelé irányulnak (1. kép, B). A legtöbb emlős-állat teste járás közben teljesen a test alá került végtagokon nyugszik (1. kép, D). Kivételként csak azok szerepelnek, a melyeknek végtagjai nem kizárólag járásra szolgálnak.

A Farkos-kételtűek és a gyíkok járása közötti átmenetet a *Theromorphá*-k túlnyomó részén és néhány *Stegocephalá*-n találjuk meg. Ezeknél az állatoknál a felső kar és csomb, mint a Kételtűeknél, vízszintesen kifelé, az alsó kar és lábszár pedig merőlegesen lefelé áll, a mi jól fejlett ízületi felületeikből is kitűnik. A test tehát ezeknél az állatoknál egész terhével két vízszintes kar között függ (1. kép, B). Ilyen testalkotás mellett természetesen jól fejlett mell- és medenczeizmokra van szükség, a melyek a csomb és a felső kar egyensúlyát biztosítják; ilyen izomzatnak pedig jól fejlett vállövre és erős mellkasra van szüksége, ennek következtében az ilyen állatok alkotása az ásó állatokéra emlékeztet. A gyíkoknál is elég jól fejlett mellkast várhatunk, minthogy azonban ezeknél

a testet részben már a felső végtagcsontok is támasztják, a jól fejlett mellkason kívül hosszú végtagizek is szükségesek, nehogy az alsó végtagok szétcsússzanak. A gyíkok végtagjának alkotása némileg a boltozattal hasonlítható össze (1. kép, C). Az Emlősök helyváltoztatásuknál könnyen nélkülözhetik a mell- és vállcsontok kölcsönös erős kapcsolatát, náluk a térd és könyök már nem kifelé irányul, mint a Csúszómászóknál, hanem előre, illetve hátra.

A krokodilusoknál velejében a gyík-elvet találjuk meg, minthogy azonban a krokodilusok mellük és végtagjaik alkotásában eltérnek a többi csúszómászó állatoktól, ezen a helyen nem szólok róluk bővebben, nehogy az általános szabályt elhomályosítsam.

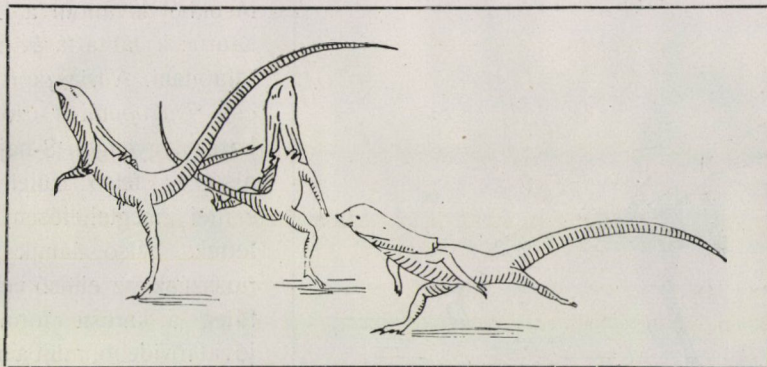
A felső végtagcsontok különböző igénybevételük következtében különbözőképpen alakulnak ki.

A Farkos-kételtűek végcsontjai általában gyengén fejlődtek, a *Theromorphá*-knál a végtagcsontok felső vége igen fejlett, mert a végtagot minden lépésnél a felsőkar- és czombcsont felső végein tapadó izomzatnak kell emelnie, ezenkívül még a láb előreirányuló mozgását is a vállizület végzi. A felső kar alsó részén lapos és széles, mert itt tapadnak meg a belső oldalon a test középvonala felé haladó izmok. A gyíkoknál a felső végtagcsontok karcsúk, a czombcsont — mint a krokodilusoknál — gyengén S-alakúan meg van görbülve. Az emlősöknél a czomb felső ízüesülő része (a czombfej) vagy a csont felső végén foglal helyet, vagy pedig derékszögben áll a czomb szárához. Minthogy a térd és a könyök az emlősöknél a mozgás irányába esik, a járás közben bennük lefolyó valamennyi mozgás felhasználható az előre irányuló mozgásnál.

Valamennyi négylábú állat lépkedése úgy megy végbe, hogy a testsúly öntudatlan izomműködés következtében a súlypont áthelyezése nélkül, két, többnyire átlós irányban egymással rézsút szemben álló végtagra tevődik át, az ekként tehermentesített két végtag előre helyeződik; ha ezzel a mozgással egyidejűleg erősebb törzsmozgatás is társul, vagy ha a test előre lökődik, abban az esetben a lépkedés futásba megy át. Futás közben a hátsó végtagok viszik előre a testet, az elülsők pedig támasztják.

A kétlábú állatok lépkedése egészen más módon megy végbe. Ezeknél az állatoknál a test egész súlya a hátsó végtagokra és — ha van — a farkra nehezedik. Minthogy ilyen módon csak két vagy három támasztópont áll az állat rendelkezésére, lépkedés közben a végtagok akként tehermentesíthetők, hogy a test vagy előre lökődik, s ekkor a járás tulajdonképpen ugrások sorából áll, mint a kengurunál, vagy pedig a testsúly a támasztópont elé, vagy felváltva egyik végtagról a másikra helyeződik s ez csak úgy érhető el, ha a gerincoszlop oldal felé görbülése következtében a súlypont áthelyezhető. Mennél közelebb esnek a végtagok a test középvonalához, annál kevésbé kell a súlypontot áthelyezni, tehát annál egye-

nesebb lehet a hátgerincz; mennél távolabb állnak a végtagok a közép-vonaltól, annál jobban át kell a tömeget helyezni, végül pedig egészen tekintélyes ide-oda helyezésnek kell bekövetkeznie. E súlypontáthelyezés szabályozására erős izmok fejlődnek ki a farktól a medenczéig és a czombig. Ilyen, a súlypontot lépkedés közben váltakozva áthelyező kétlábú állatok az összes futó madarak, vagyis a struczszerű madarak, továbbá néhány gyík, például a *Chlamydosaurus* (2. kép), utóbbinál a súlypont áthelyezése azonban csak futás közben történik meg. Lépkedve a *Chlamydosaurus* is négy lábon jár, mint valamennyi rokona. A kétlábú, nem ugró állatoknak minden lépés közben az oldalsó testmozgáson kívül, vagyis az egész gerincoszlop vízszintes mozgatásán kívül még merőleges irányú mozgatásra is szükségük van, hogy a minden lépésnél bekövetkező lökést rugalmasan kikerülhessék. A hátcsigolyáknak tehát mozgékonyan kell egymással izesülniök. Rövid megfontolás meggyőző arról, hogy a súlypont oldal felé helyezésében igen nagy szerepe van a



2. kép. *Chlamydosaurus*, ma is élő gyík, futva.

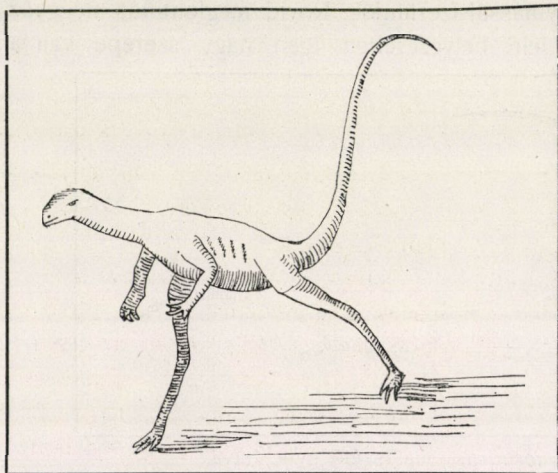
fark görbeségének. Farkos, széles medenczéjű állatok könnyen futhatnak, ha farkuk hajlott, farkatlan állatok súlypontjuk oldalra való helyezését a legkisebb mértékre kénytelenek csökkenteni. Ebben az esetben a lábak akként szabadulnak meg a rájuk nehezedő tehertől, hogy a súlypont előre helyeződik, a gerincoszlopnak tehát meg kell nyulnia. Világos tehát, hogy a futó madarak czombjai közel egymás mellé kerülnek, vagyis medenczéjük keskeny, a futó Dinosaurusoknak azonban, mint hosszúfarkú állatoknak, czombjai egymástól távol is állhatnak, tehát medenczéjük széles lehet. A madaraknál, minthogy farkuk nincs, a hát mozgatásánál hiányzik a vízszintes erőösszetevő.

Kétlábú állatoknál az elülső végtag vagy más célra szolgál, például repülésre, vagy megkisebbedik. A szárnyakkal ezen a helyen nem kell foglalkoznunk, annál inkább érdekelhet az elülső végtag kisebbedése. Minden végtag kisebbedése elsősorban is a hozzá tapadó izmok részleges elsorva-

dásával jár. Az elsorvadáshoz vezető kisebbedéstől azonban élesen meg kell különböztetnünk a csupán viszonylag lassúbb növekedést. Valamely elsorvadásban levő képződmény soha újra ki nem fejlődhetik, a növekedésben visszamaradt képződmény azonban később még mindig megnőhet.

A két lábon való járás végbemehet természetesen az 1. képen bemutatott harmadik és negyedik elv szerint, hogy azonban a harmadik elv esetében a súlypont áthelyezése sokkal erősebb testmozgást követel, mint a negyedikben, az kétségbe nem vonható.

Az összes gyíkszerű, hosszúfarkú állatoknál a hátsó végtagok sokkal fejlettebbek az elülsőknél; czombjuk mindig S-alakúan görbült. A negyedik elvet (1. kép, D) képviselő futó madarak és ugró egerek czombjának ízületi feje (a czombfej) a czomb szárával derékszöget zár be, éppen úgy, mint az egyenes



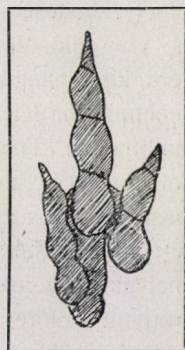
3. kép. *Podokesaurus*, triász kori
Theropoda, futva. (HEILMANN szerint.)

testtartású emlősöknél. Ezekből az általános meggondolásokból kívánom a *Dinosaur*usok lábtartását megállapítani. A triász kori karcsú *Theropoda*-k czombja karcsú, gyengén S-hajlású, alsó és felső ízületi felszínei meglehetősen fejlettek, hátsó lábuk ujjai hosszúak, az elülső végtag, főleg a karcsú formákon jóval rövidebb, mint a hátsó. Az ízületi felszín helyzete hasonló a gyíkokéhoz és krokodilusokéhoz. Ezeknek az állatoknak mellcsontjai

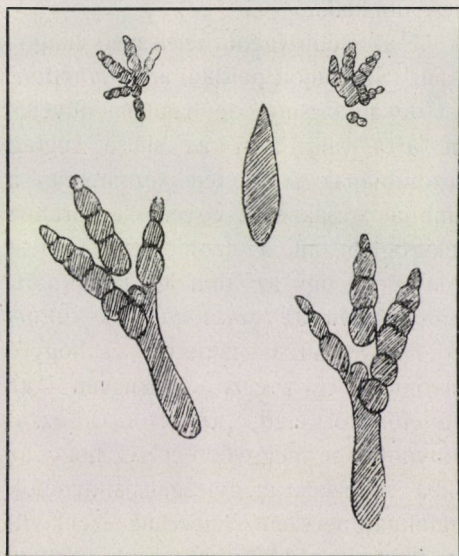
nagyon gyengék, a czomb ízületi gödre alatt helyet foglaló medencecsontok azonban jól fejlettek, de mégsem olyan zárt lemezalakúak, mint a *Theromorphá*-knál. Mindezt egybevetve, a czomb alakja arra vall, hogy rézsútosan kifelé és lefelé irányult. Az elülső végtagok rövid volta pedig arra vall, hogy a helyváltoztatásnál az állat leginkább hátsó végtagjait használta. A *Podokesaurus*-ról, e csoport egyik jellemző alakjáról, föltehetjük tehát, hogy a *Chlamydosaurus*-hoz hasonlóan (2. kép) szaladgált. HEILMANN is ebben a járó módban rajzolta meg a *Podokesaurus* képét (3. kép). Szerencsére más, egészen sajátos bizonyítékok is igazolják e föltevés helyes voltát.

Sok triász kori *Dinosaur*us járási módjára a csontok alakján kívül a őrök hagyott lábnyomokból is következtethetünk. A lábnyomokat Németországban, Angliában, főleg azonban az északamerikai connecticuti triász-

kori vörös homokkőben találtak. Ezeket a lábnyomokat a legbehatóbban a két HITCHCOCK, apa és fia, továbbá LULL tanulmányozták. Az említett vörös homokkővekben csont nem maradt meg, a sokféle lábnyom azonban azt bizonyítja, hogy az egykorú állatvilág is változatos volt. A Connecticut völgyének vörös homokkőéből összesen 44 különböző típusú lábnyomot ismerünk. Németországból is meglehetősen sok, körülbelül egykorú lábnyom ismeretes. Néhány rövidujjú lábnyomon könnyen fölismerhető, hogy külsőleg a krokodilusokhoz hasonló, azonban lényegesen más szervezetű, négylábú állattól, ú. n. *Pseudosuchia*-któl származnak, mert élesen megkülönböztethető az elülső és hátsó végtag nyoma, mások minden valószínűség szerint a *Stegocephala*-k lábnyomai, ismét másoknál a hátsó láb és a fark nyomán kívül fölismerhető a jóval kisebb elülső végtag nyoma. Az ilyenfajta lábnyomok arra vallanak, hogy gazdáik időnként elülső végtagjukon is meg támaszkodtak, mint a hogyan ezt a kenguruk teszik. Ezeket az időnként



4. kép. *Podokeosaurus* lábnyoma.



5. kép. A triász-formációból leírt *Anomoepus* lábnyomai és mellének nyoma. Csontjait nem ismerjük. (LULL szerint.)

négyláb használatára valló láblenyomatokat a *Dinosaurus*-ok lábnyomainak tartjuk.

Ha egy faj ujjpercz-csontjai beleillenek a lábnyomba, el kell fogadnunk, hogy a láblenyomat az illető állattól ered. Néhány *Dinosaurus*-faj lábujjainak csontjai jól beleillenek az egykorú *Dinosaurus*-lábnyomok egyik-másikába; így például biztosra vehetjük, hogy a 4. képen bemutatott lábnyom a *Podokeosaurus*-tól való. Néhány *Dinosaurus*-lábnyomon az egymásmelletti lenyomatok hátrafelé irányuló sarka hosszú, nyélalakú nyulványba megy át (5. kép). Ez a megfigyelés arra vall, hogy ezek a Dinosaurusok pihenés közben lábközépcsontjukkal (*metatarsus*) is érintették a földet, mint például a

marabu. A hátsó végtag lábnyomai előtt az elülső végtag kisebb nyomait, a középen pedig a törzs nyomát láthatjuk. Világos tehát, hogy az 5. képen bemutatott lábnyomok ülő állattól erednek, a mely nagyjában ülő kenguruhoz hasonlíthatott.

Azt az állatot, a mely az 5. képen ábrázolt ülésnyomokat hátrahagyta, *Anomoepus*-nak nevezzük; jobb lábközépcsontjának a pihenés közben párvonalas elhelyezkedése — a mi a lenyomatból kitűnik — megmagyarázza térdtartását is. Guggoló állásban nem állhatnak a lábközépcsontok párhuzamosan, ha a térd kifelé hajlik; a lábközépcsontok párhuzamosak csak abban az esetben lehetnek, ha lefekvéskor az állat lábait a test hossz tengelyével párhuzamosan hajlítja be. Tisztán a lábnyomok tanulmányozása rávezetett tehát annak fölismerésére, hogy már a triászkor vörös connecticuti-homokkővének lerakódása idején azokon a *Dinosaurus*-okon kívül, a melyeknek térde — mint a *Chlamydosaurus*-é — ferdén kifelé és előre irányult, olyanok is éltek, a melyeknek térde — mint minden jellemző kétlábú állaté — egyenesen előre irányult. Előre irányuló térdet ott találunk, a hol a végtagok teljesen a test alá húzódtak, mint a négylábón járó emlősöknél, a kétlábú emlősöknél és a madaraknál. Az ilyen lábtartású állatoknál az elülső végtag nagysága alárendelt jelentőségű s ezért az *Anomoepus*-t — bár eddig egyetlen csontját sem ismerjük — kétlábú ugró vagy járó állatnak kell tartanunk. Téves és elvetendő tehát az az állítás, hogy egy *Dinosaurus*-nak — mert Csúszómászó — térdei csakis kifelé irányulhattak.

Más járó vagy ugró *Dinosaurus*oknál az előbb vázolt tételt még világosabban láthatjuk, mint az *Anomoepus*-nál. Szolgáljon például az *Iguanodon*. Az *Iguanodon* elülső végtagja nem volt ugyan kicsiny, de hatalmas hüvelytűskével fölfegyverzett; már ez a tűske arra vall, hogy az elülső végtag nem járásra szolgált. Az *Iguanodon* czombjának izülő feje (czombfeje) a



6. kép. Az *Iguanodon* különböző lábnyomai. (DOLLO szerint.)

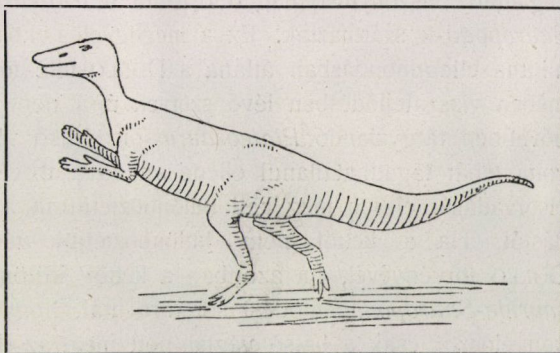
czombnak csaknem egyenes szárához derékszögben áll, a czomb tehát a test alá került és így az állat két lábon járt. Csontjain kívül az *Iguanodon*-nak különböző lábnyomait is ismerjük és hogy e lábnyomok egy része csakugyan az *Iguanodon*-tól ered, azt DOLLO azzal bizonyította be meggyőző erővel, hogy az állat lábcsontjait beleillesztette a nyomokba. Az ekként megvizsgált lábnyomok az egész talp nyomai s ezért talpnyomatoknak nevezem. Ismerünk ezenkívül ujjlenyomatokat és lábujjhegynyomokat. Ezeknek a különbségeknek okait is DOLLO fejtette meg nagyon szellemesen. Egyszerű és meggyőző módon bebizonyította, hogy a „lábujjhegyek“ lenyomatai futó, illetve menekülő, az „ujjlenyomatok“ lépkedő, a „talpnyomok“ pedig álló állatoktól erednek. Az *Iguanodon* tehát talpán állott, de lábujjain futott (6. kép).

Az *Iguanodon*-ról megállapított tényeket BEECHER fölhasználta a *Claosaurus* rekonstruálásánál (7. kép). A *Claosaurus*-szal rokon *Trachodon*-on — a mint azt még a továbbiak során is látni fogjuk — találtak úszó-

hártyákat is s több szerző még az *Iguanodon* lábnyomain is fölismerhetni vélte az úszóhártyák nyomait. Alább még bővebben szólni fogok arról, hogy különböző, az *Iguanodon*-nal és *Trachodon*-nal rokon alakok mocsárlakók voltak s így az úszóhártya fölfedezése nem valami meglepő. Úszóhártyát más csúszómászókon is találunk, úszóhártyaszerű képződménye pedig egy ma is élő gyíknak van, ennél azonban nem evezésre szolgál, hanem megakadályozza a sivatagi homokba való besüppedést.

Ilyen módon néhány *Dinosaur* két lábon történő járását biztosra vehetjük, minthogy pedig a jura- és krétakorú *Theropodá*-k czombcsontja hasonló az *Ornithopodá*-kéhoz, föltehetjük, hogy ezek is két lábon jártak és hogy térdük előre irányult. Egyes alakoknál, pl. a *Megalosaurus*-nál, a czombcsont nem olyan egyenes, mint az *Orthopodá*-ké, ezenfelül felső csontos izületi feje is kevésbé fejlett, ez azonban valószínűleg akromegaliás kórtünetekkel¹ függ össze.

Egyfelől HOLLAND és ABEL, másfelől HAY és TORNIER paleontológusok, heves vitát folytattak a *Sauropodá*-k lábtartásának tisztázása érdekében. HOLLAND és ABEL a *Sauropodá*-k lábait az emlősökhöz hasonlóan mintázták



7. kép. *Coelocaudon*, futva. (BEECHER rekonstrukciója.)

meg, HAY és TORNIER pedig a gyíkok módjára. Legújabban HUTCHINSON iparkodik ezt a két nézetet összehangzásba hozni. TORNIER a maga fölfogását a *Sauropoda*-láb lábizületi felületének alakjára alapította, minthogy azonban ennek a nagymértékben elporczogósodott állatnak izületi alakjait nem ismerhetjük, TORNIER felfogása megdőlt. Az egyedüli, félig-meddig biztos következtetéseket az elülső végtag aránylag nagy voltából, valamint a vállöv és a medence szerkezetéből vonhatjuk le.

A *Sauropodá*-k elülső végtagjai — ellentétben a kétlábú Dinosaurusokéval — erősek, egyeseknél ugyanolyan hosszúak, mint a hátsó végtagok. Az elülső végtagok előtt feltűnik a hosszú, olykor izmos nyak; a test súlypontja, a mint ez a fentiekből kitűnik, mindenesetre aránylag nagyon előre esett, az elülső végtagokon a test súlyának jóval nagyobb része nyugodott, mint a rövidnyakú gyíkoknál. Már ezekből is kitűnik, hogy — elfogadva

¹ *Akromegalia* velejében még ismeretlen megbetegedés, mely eleinte a végtagok, majd az arc csontjainak óriásnövésében nyilvánul meg.

TORNIER felfogását — a *Sauropoda*-knak a mellcsont és a felkarcsont között erős izmokkal kellett volna bírniok. Erős izomzat azonban szükségképpen jól fejlett izomtapadó felületekkel, vagyis csontokkal jár együtt, mivel pedig a *Sauropoda*-k mellcsontja és a mellcsontot a vállövvel összekapcsoló többi csontja gyengén fejlett, világos, hogy helytelen az a felfogás, a mely *Sauropoda*-k felkarcsontját a gyíkokéhoz hasonlóan ábrázolja. A *Sauropoda*-k felkarcsontján csak az e csont széles, felső külsőoldalát a lapoczkával összekötő izmok és a kart előremozgató izmok erősek, ezek az izomcsoportok azonban csak annyit bizonyítanak, hogy az állat felső karját sokat használta.

A *Sauropoda*-kat épp úgy, mint az *Ornithopoda*-kat akként kell rekonstruálnunk, hogy végtagjaik függőleges irányban a test alá kerüljenek. Különösnek látszik, hogy sok *Sauropoda* vállöve és elülső végtagja a hátsó végtaghoz viszonyítva, nagyobb, mint a *Plateosaurus*-oknál, a melyekből a *Sauropoda*-k származtak. Ez a megfigyelés könnyen úgy is értelmezhető, mintha ellentmondásban állana a DOLLO-féle törvényt, a melynek értelmében visszafejlődésben lévő szervek újra nem fejlődhetnek. A később még bővebben tárgyalandó *Plateosaurus*-ok elülső végtagjának aránylag kicsiny volta tehát tagadhatatlanul ellene szólna a törvénynek. Csakhogy egy szerv elsorvadását élesen meg kell különböztetnünk a növekedésben való elmara-dástól. Ha a kettőt nem különböztetjük meg, ellentmondásba jutunk DOLLO törvényével, ha azonban a kettőt különválasztjuk, akkor a *Plateosaurida*-*Sauropoda* fejlődési sor arra utal, hogy az összes idetartozó alakokon először csak a hátsó végtag nőtt meg, az elülső pedig csak később nőtt utána egyes alakokon. Sok most is élő állaton szintén megtaláljuk a növekedésbeli különbséget. TORNIER-nak „gyíkszerűen“ rekonstruált *Diplodocus*-a¹ — sajnos — széles körben tetszést aratott és ennek következtében minden kritika nélkül más négy lábú Dinosaurusokat is gyíkalakban rekonstruáltak. Ijesztő például a WALTHER által közölt *Polacanthus*-rekonstrukciót idézem. A *Polacanthus* meglehetősen jó megtartású maradványait a British Museumban hosszúlábúnak állítottam föl, az ellen azonban, hogy WALTHER rekonstrukciójában reám hivatkozik, határozottan tiltakozom. Röviden csak annyit kívánok megjegyezni, hogy a *Thyreophora*-k kétlábúaktól származnak, a *Stegosaurus* és *Polacanthus* anatómiai bélyegei kizárják a czombnak gyíkmódon végbemenő izülését. A *Stegosaurus* czombjának *sauropoda*-szerű alakja is azt bizonyítja, hogy a *Sauropoda*-k czombja hasonló működésű volt, mint a *Stegosaurus*-é.

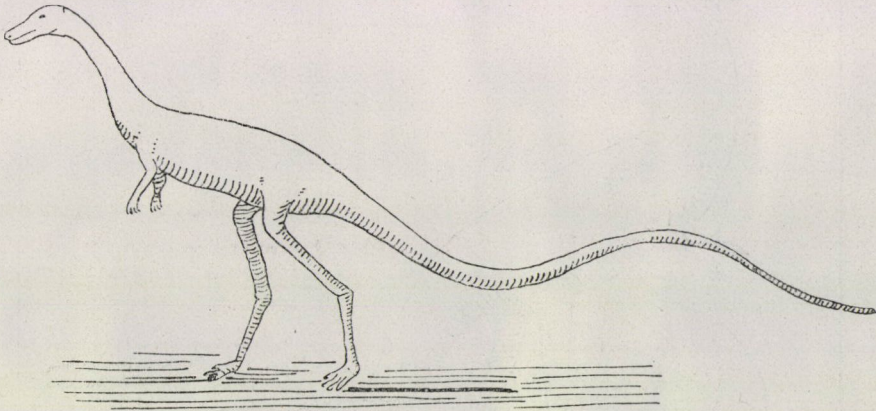
Ezek után az egyes *Dinosaurus*-típusok vázolására térek át.

Először a *Saurischia*-kat kell tárgyalnunk. A *Theropoda*-k legidősebb maradványa a triászformációból, a legfiatalabbak a mezozoi-kor végéről

¹ Képet lásd Közlönyünk 42. kötetében (289. lap).

valók; *Sauropoda*-maradványok csak a jurakor óta ismeretesek és ezek is a harmadkorig terjednek. Triász kori *Theropoda*-k eddig csaknem kizárólag Európából ismeretesek. Különösen sokat tudtunk meg róluk az utolsó évtizedekben egy halberstadti téglafejtőben talált leletek és FRAAS és HUENE vizsgálatai alapján. Az 1908-ig ismeretessé vált európai triász kori *Dinosaur*-anyagot HUENE összefoglalóan dolgozta fel olyan pompás műben, a milyen a paleontológiai irodalomban csak kevés akad.

Európán kívül ismerünk triász kori Dinosaurusokat Északamerikából, Dél-Afrikából és Indiából. E leletek bizonyossága szerint a triász korban az egész Földet az európaiakhoz hasonló alakok népesítették be. Európa jurakor rétegeiből kevesebb *Theropoda*-t ismerünk, mint a triászból; a jurakor Dinosaurusok klasszikus lelőhelye Amerika, néhány, meglehetősen teljes



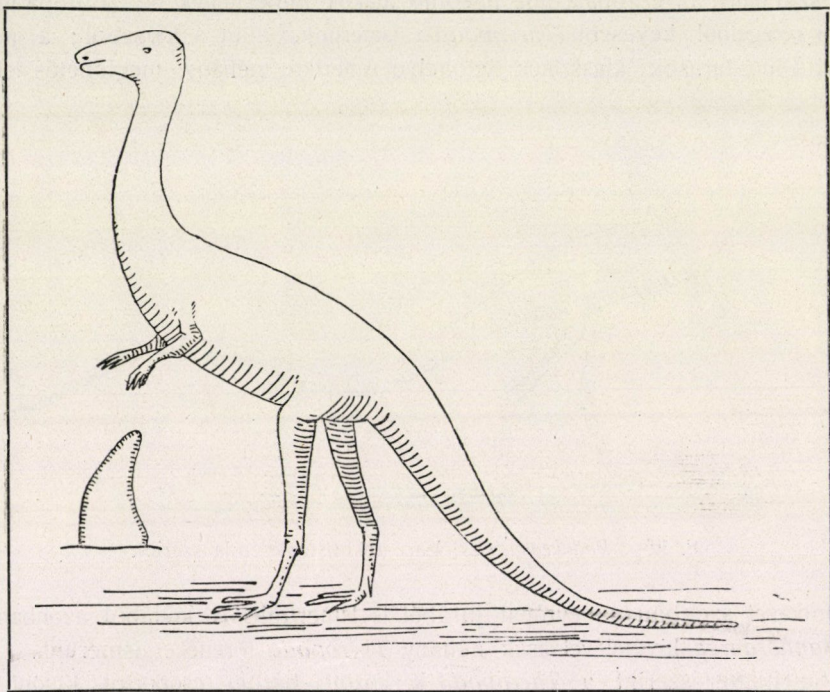
8. kép. *Podokeosaurus*, LULL rekonstrukciója szerint.

csontvázat azonban az európai jurából is ismerünk. A krétából azonban a *Tyrannosaurus* kivételével csak néhány *Theropoda*-töredéket ismerünk.

HUENE szerint a *Theropoda*-k között három csoportot különböztethetünk meg: könnyű testalkotású, gyenge ragadozókat, azután többé-kevésbé testes mindentevőket (omnivora) és végül nehézkes testalkotású ragadozókat. Az első csoportot HUENE *Coelurosaurus*, a másik kettőt *Pachypodosaurus* névvel jelöli. Utóbbiakból fejlődtek szerinte a *Megalosaurus*-ok és a külön tárgyalandó *Sauropoda*-k.

A *Coelurosaurus*-ok képviselői: a triász korban *Podokeosaurus*, a jurakorban *Compsognathus* és az alsó krétában az északamerikai *Ornitholestes*. A többi *Coelurosaurus*-okat, névszerint a *Hallopus*, *Aristosuchus* stb. fajokat oly kevésbé ismerjük, hogy ezen a helyen szándékosan mellőzöm őket. A *Megalosaurus*-okat a *Gresslyosaurus*, *Ceratosaurus*, *Streptospondylus* és *Tyrannosaurus*, a *Plateosaurus*-okat az *Anchisaurus* és a *Plataeosaurus* képviselik.

Az északamerikai triászból ismert *Podokeosaurus*-t LULL és HEILMANN rekonstruálták (8. kép). Az állat egész hossza 1.25 méter; teste karcsú, megnyult, elülső végtagja gyenge, gyíkszerű farka hosszú, hasa — a mint az a medenczecsonatok alakjából is kitűnik — nagy. Feje derékszögben állott a nyakhoz. Az állat csontvázáról ki kell emelnem, hogy minden csont, úgy a csigolyák, mint a végtagok, annyira üregesek, hogy tulajdonképpen csak egész vékony csontrétegből állnak. A csontoknak ez az üreges volta kifejezésre jut a *Coelurosauridae* családnévben is (*koilos* görögül = üres, *sauros* = gyík). A legkönnyebb alakokat, pl. a *Coelu-*



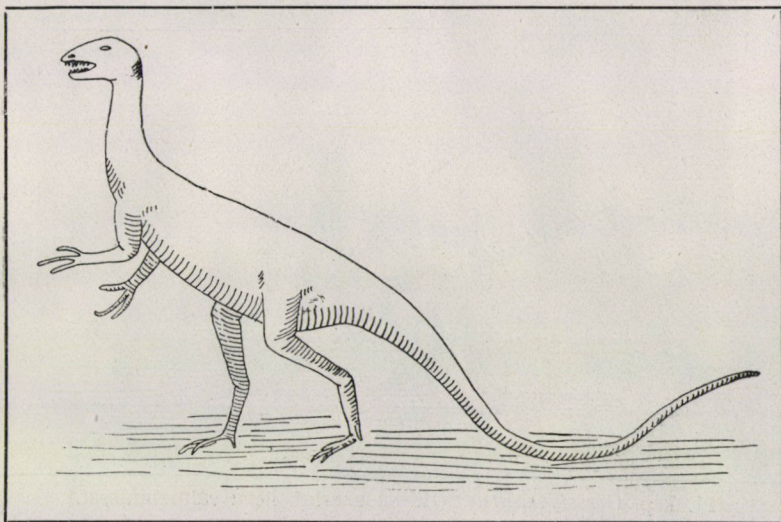
9. kép. *Compsognathus*. (Eredeti rekonstrukció.) Mellette a *Coelurus* egyik foga.

rus-t, sajnos, csak töredékek alapján ismerjük. Ezeknek az állatoknak üreges (pneumatikus) csontjai épp úgy levegőt tartalmaztak, mint a madarak csontjai; ennek pedig nagy jelentősége van a madarak és *Coelurosaurus*-ok rokonsági kapcsolatának megállapításában.

A connecticuti vörös homokkőből *Grallator cursorius* néven leírt lábnyomok megegyeznek a *Podokeosaurus* lábnyomaival és belőlük következtetést vonhatunk az állat életmódjára. Az állat lépése 61 cm hosszú, a két láb egymástól való távolsága 5 cm. Járásközben a *Podokeosaurus* tehát egyik lábát csaknem a másik elé helyezte, ez pedig arra vall, hogy a

czomb a testtel párhuzamosan mozgott. A hatalmas lépésekből kitűnik, hogy az állat jól futott. A mint később látni fogjuk, a *Podokeosaurus* forró, száraz éghajlatú sivatagi tájon élt.

Vele csaknem egyidőben élt Württembergben a *Procompsognathus*. Minthogy pedig a *Podokeosaurus* koponyáját nem ismerjük, különösen nagybecsű a *Procompsognathus* teljes csontváza. FRAAS a *Procompsognathus*-t a felső jurakori *Compsognathus* ősének tartja. A *Compsognathus* (9. kép) is karcsú, mozgékony alak volt. Egyetlen csontváza ismeretes és ez a müncheni paleontológiai gyűjtemény egyik büszkesége. Az, hogy a *Compsognathus* ragadozó állat volt, kitűnik a testüregében ugyancsak



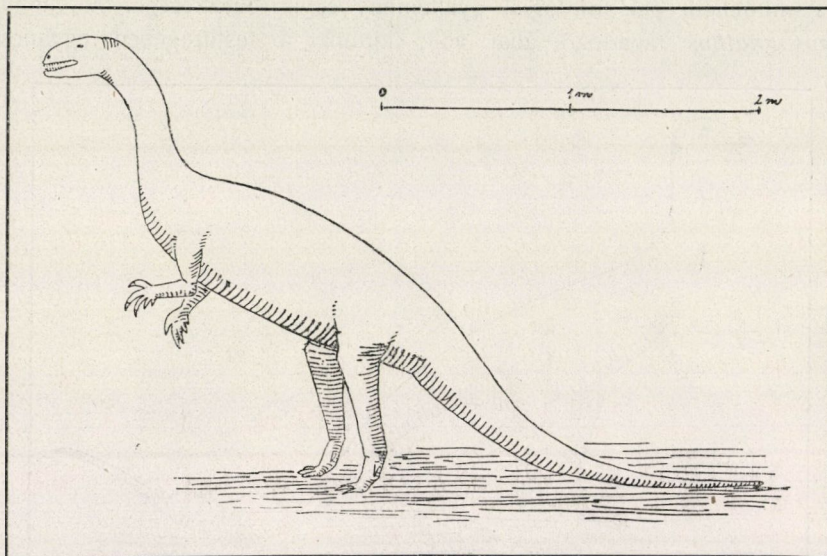
10. kép. *Ornitholestes*. (Eredeti rekonstrukció.)

fosszilis állapotban megtalált és általa elnyelt meglehetősen nagy gyíknak maradványaiból.

Többen arra gyanakodtak, hogy Solenhofen palájából előkerült lábnyomok *Compsognathus*-tól származnak, ez azonban, sajnos, nem igazolódott be. HUENE szerint az *Ornitholestes* és több más, egyelőre csak részben ismert alak a *Compsognathus*-szal együtt külön családba (*Compsognathidae*) tartozik.

A *Compsognathus*-t hosszabb elülső végtagjai és izmosabb teste jól megkülönbözteti a *Podokeosaurus*-tól, minthogy pedig az előbbi mindössze 80 cm hosszú, a *Compsognathus* a legkisebb eddig ismert *Dinosaurus*-féleség. Származékai minden valószínűség szerint az északamerikai jurából leírt nagy *Ornitholestes* és a szintén az északamerikai krétából ismert óriásméretű *Ornithomimus*.

Mindezek az alakok külsőleg meglehetősen hasonlóak egymáshoz, úgy hogy elégséges, ha a *Compsognathus*-on kívül ezen a helyen még az *Ornitholestes* képét közöljük (10. kép). Ennek az állatnak elülső végtagja hosszabb a *Compsognathus*-énál, csontvázuk azonban közel egyenlő mértékben könnyed alkotású. Az elülső végtag megnyulását elsősorban az ujjak és a kéztő közötti kézközépcsontok (*metacarpalia*) hosszú volta okozta. Az *Ornitholestes* fogai is hegyesek, összenyomottak és hátrafelé hajlanak, mint a *Compsognathus*-éi s ez is arra vall, hogy az *Ornitholestes* is



11. kép. *Gresslyosaurus*. (HUENE szerint, némi változtatással.)

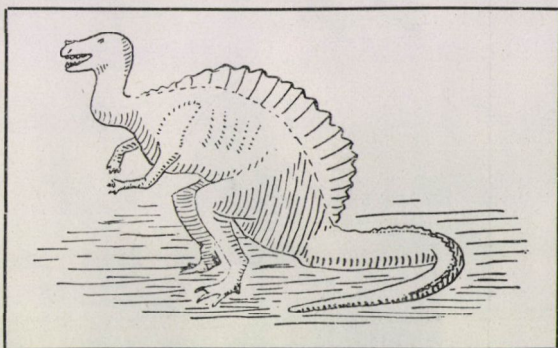
ragadozó volt. Karcsú lábaiból azt következtethetjük, hogy az *Ornitholestes* és rokonai zsákmányukra futva vadásztak.

A kézközépcsontok meghosszabbodása figyelemre méltó változás; ekként lett a *Compsognathus* rövid kezéből hosszú kéz. Már OSBORN kiemelte e kéz jelentőségét; szerinte ennek a kéznek az volt a feladata, hogy az utólért zsákmányt megragadja.

Gondoljunk már most az állkapocsi izomzat és a fogókéz között lévő korrelációra. Ha a zsákmányt csak az állkapocscsontok ragadják meg, akkor a fogaknak törőalakúaknak kell lenniök és ebben az esetben olyan izmoknak is kell fejlődniök, a melyek ezeket a törőket mozgatják. Más a helyzet, ha a zsákmányt kéz tartja fogva. Ebben az esetben ugyanis nem kell az állkapocsoknak oly erőseknek lenniök, s így a hol törőalakú fogat találunk, ott rövid, a hol pedig gyengébb fogat találunk, ott karcsú hosszú alsó állkapcsot várhatunk.

Azt, hogy ezek az elméleti megfontolások helyesek, tökéletesen igazolják a *Megalosaurus*-ok.

A triász kori *Megalosaurus*-ok egyik legrégebben ismert alakja a *Teratosaurus*, melynek alakjáról nagy általánosságban jól tájékoztat közeli rokonának, a *Gresslyosaurus*-nak képe (11. kép). Ennél a triász kori *Gresslyosaurus*-nál ismertebb a jurakori *Megalosaurus*. Sajnos, távolról sem ismerjük ezt a 12. képen bemutatott állatot még eléggé. Közeli rokona az aránylag könnyed alkotású, ugyancsak jurakori *Streptospondylus*, a melynek csaknem teljes csontvázát a londoni British Museum őrzi. A *Streptospondylus* első rekonstrukcióját 1905-ben közöltem; a 13. képen ennek némileg módosított alakját mutatom be. Feltűnő ezen a koponya aránylag rövid és magas, az elülső végtag kicsiny és rövid volta, valamint a fark szerepe. Az eddigi felfogással szemben a farkot ebben a rekonstrukcióban támasztó szervnek tüntetem föl. A fark tehát a lábakkal együtt ezt az állatot mérsékelt ugrásokra tette alkalmassá, jól futni azonban aligha tudott. Nyugalmi helyzetben aróvid czomb meglehetősen egyenesen előre irányult. A lábközépcsontok (*metatarsalia*)



12. kép. *Megalosaurus*. (Eredeti rekonstrukció.)

nem különösen hosszúak, a *Streptospondylus* tehát mindenesetre aránylag rövidebbet lépett, mint a karcú állatok.

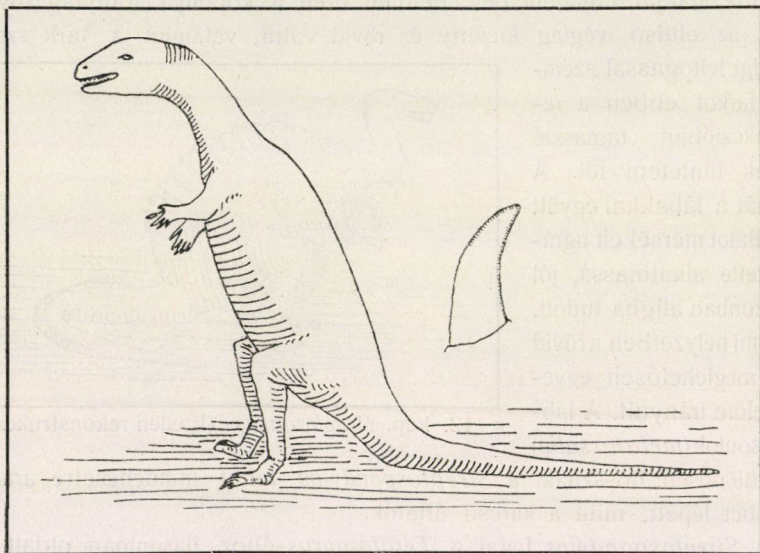
A *Streptospondylus* fogai a *Teratosaurus*-éhoz hasonlóan oldalt lapítottak voltak, szélük elől és hátul fűrészelt, a legnagyobbak az állkapocs közepén foglaltak helyet, a hús föltépésére tehát igen alkalmasak lehettek.

Amerika *Theropoda*-i a sokban a *Megalosaurus*-ra emlékeztető *Allosaurus* és az orrán dudorást hordó *Ceratosaurus*. Az *Allosaurus* teljes csontvázai sok amerikai múzeumban láthatók. A *Ceratosaurus* orrdudora jól látható a 14. képünkön bemutatott koponyán. MARSH és más amerikai paleontológusok felfogása szerint ezen az orrdudorodon szarv nyugodott s így a *Ceratosaurus* szarvval fölfegyverzett, tehát borzalmas ragadozó volt. Nézetem szerint azonban az amerikaiaknak ez a felfogása téves.

Már magában véve az a körülmény, hogy a szarvat ragadozó fogazatú állat viselte, példátlan eset volna. A szarv a gerinczes állatoknál mindig védő fegyver, a ragadozó fogazat pedig támadó eszköz. Az az állat, a mely védekezni szokott, rendszerint nem gondol támadásra. Nagyon valószínűtlen tehát, hogy egy ragadozó állatnak szarvszerű képződménye

legyen. Még valószínűtlenebb ez, ha éppen a *Ceratosaurus* kinövését vizsgáljuk. A *Ceratosaurus* orrán talált dudorodás keresztmetszete lapos, ezzel szemben minden szarv keresztmetszete kerek vagy ellipszisalakú. A *Ceratosaurus* orrdudora egyenesen dőfésre semmi esetre sem szolgálhatott. Legyen ezen a helyen elég ennek megállapítása; e dolgozat során még úgys több ízben találkozni fogunk a most említett képződménnyel, így pl. sok *Theropodá*-nál (*Ceratosaurus*, *Allosaurus*, *Tyrannosaurus*) mint a szem fölötti dudorodással.

Azon a helyen, a hol a *Ceratosaurus* „szarva“ helyet foglal, ott az *Allosaurus* és a *Tyrannosaurus* csontja csupán kissé érdes felületű.



13. kép. *Streptospondylus*. (Eredeti rekonstrukció.)

A *Ceratosaurus* arcza rövid, épp úgy, mint a *Teratosaurus*-é; a legrövidebb az arcz a *Tyrannosaurus*-nál, a legborzalmasabb ragadozónál, a mely valaha a földön élt.

A *Tyrannosaurus* szájának fogakkal fölfegyverzett része 70 cm hosszú és 40 cm széles volt; koponyája 1.25 m hosszú és az alsó állkapocscsal együtt csaknem 1 méter magas volt s egyetlen fogának hossza meghaladta a 12 centimétert, szélessége pedig az 5 centimétert. Ha száját kitértette, fog-sorai félméternyire nyíltak és hogy ez a nagy nyílás az aránylag rövid állkapcsok mellett is létrejöhessen, az alsó állkapocs közepén kissé lefelé hajlik. Ilyen módon a száj térfogata meghaladta az egyötöd hektolitert. Az egész óriási koponya nem volt más, mint az izmok tapadására szolgáló hatalmas gerendázat.

A *Tyrannosaurus* hossza meghaladta a 12 métert; alakját a 15. képen ábrázolt rekonstrukció állítja előnk. Az elülső végtag, a mely már a *Streptospondylus*-on meglehetősen kicsiny volt, a *Tyrannosaurus*-on csaknem teljesen elsorvadt, a zsákmány megragadása és fogvatartása tehát teljesen az állkapcsok feladata volt. Ez természetesen rendkívül erős nyakizmokat fejlesztett ki. A hüvelykujjnak még meglévő körme OSBORN szerint tisztán a közöslésnél vitt szerepet a nőstény megfogásakor. A czomb erős, vastag és egyenes, a mi az elülső végtag elsorvadásával különben együtt jár; a lábközépcsontok erősek és mérsékeltlen megnyultak. A rövid állkapocs és a lábknak fent jelzett alkotása valószínűvé teszi, hogy a *Tyrannosaurus* zsákmányára váratlanul, talán ugrás közben csapott le. Nagyon természetes, hogy a *Tyrannosaurus* csak a legnagyobb állatokra vetette magát.

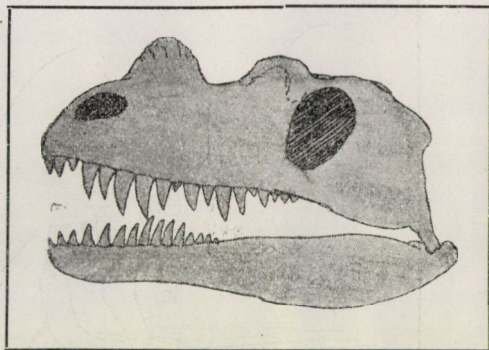
A *Megalosaurus*-ok rokona az egyiptomi *Spinosaurus* is s bár ebben az áttekintő tanulmányban elvből nem szóltam töredékekről, a *Spinosaurus* esetében, a melyből sajnos csak egy alsó állkapocs és csigolya ismeretes, mégis kivételt kell tennem.

A *Spinosaurus*-nak éppen a csigolyája a legsajátságosabb. A csigolyatest hossza átlag mindössze 20 centiméter, a tövisnyulvány magassága azonban meghaladja a hosszúság nyolcszorosát (16. kép). A csigolya alakja 17. képünkön (a) látható.

A *Spinosaurus* hátán tehát — a mint ez 16. képünkben is kitűnik — óriási taraj emelkedett ki. Összehasonlításként a *Spinosaurus* csigolyája mellett bemutatom még két más Dinosaurust, t. i. a *Hypacrosaurus*-nak ugyancsak hosszú tövisnyulvánnyal ellátott (17. kép b) és az *Iguanodon*-nak rendes tövisnyulványú csigolyáját (17. kép c). A *Spinosaurus* hosszú tövisnyulványával a későbbiek során még találkozunk. A 18. képen egy magas háttarajú élő gyíkot, a *Basiliscus*-t ábrázolom. Ha a *Streptospondylus* hátára a *Basiliscus*-éhoz hasonló tarajt rajzolunk, fogalmunk lehet a *Spinosaurus* alakjáról.

A *Plateosaurus*-okban olyan *Theropoda*-kat látunk, a melyek felhagytak a húsevással. Közülük csak az *Anchisaurus*-t és a *Plateosaurus*-t fogjuk tárgyalni, számos más alak ugyanis csak töredékesen ismeretes.

Az *Anchisaurus* koponyája (19. kép) még rövid és a madarakkal sok közös vonást tár előnk s tartása hasonló volt a *Coelurosaurus*-okéhoz. Fogazata nem ragadozójellegű, hanem mindenevésre (omnivor) utal. Elülső vég-

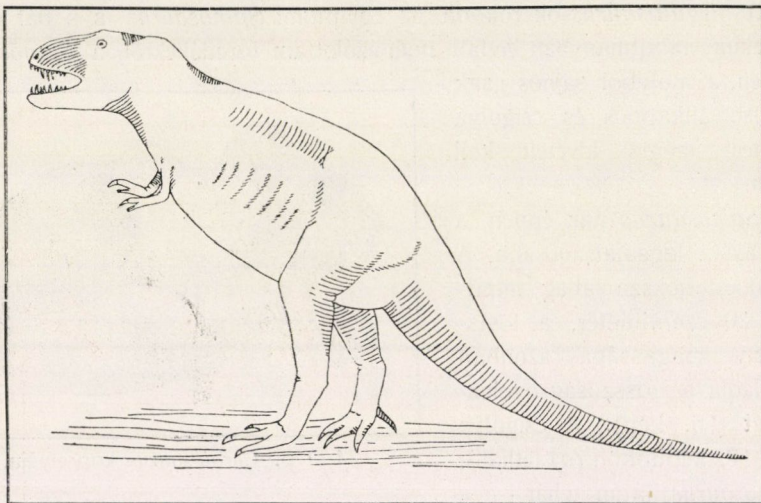


14. kép. *Ceratosaurus* koponyája.

tagja még hosszú, lábai a *Podokeosaurus*-hoz viszonyítva rövidek, de hosszabbak a *Megalosaurus*-okénál. A *Podokeosaurus*-szal ellentétben különösen a lábközép rövidségét kell kiemelni, vázrendszere is erősebb. Az *Anchisaurus* lábnyomát LULL irta le és az ő nyomán közlöm a 19. képen.

A *Plateosaurus*-on néhány már az *Anchisaurus*-on megfigyelt sajátság fokozott mértékben nyilatkozik meg. Fogai velejében megegyeznek az *Anchisaurus*-éival, koponyája, a csontvázhoz viszonyítva, kicsiny, a csontváz elülső része azonban nehézkes, zömök, a hátsó rész is masszív. Az előre és kifelé irányuló térd és a hosszú lábujjak az otromba állatnak biztos támaszul szolgálnak (20. kép).

Eldöntetlen kérdés még, hogy a *Plateosaurus* vajjon talpon állott-e, a mint azt képünk is ábrázolja, vagy pedig kizárólag lábujjain járt. Meg-



15. kép. *Tyrannosaurus*. (Eredeti rekonstrukció, OSBORN nyomán.)

lehet az is, hogy e két járó mód egyikével sem élt, hanem egy közbeesővel. A *Plateosaurus* képe, összehasonlítva a többi *Theropoda*-éval, nehézkeségével és izmos végtagjaival mindenesetre idegenszerűen hat. Nehéz attól a benyomástól szabadulni, hogy ebben az állatban új típus alakult ki. És minthogy az alak megváltozása kapcsolatos a ragadozó életmód elhagyásával és így egy nyugalmasabb életmódhoz vezető táplálékváltozással az átalakulás könnyen meg is érthető.

A *Plateosaurus* úgyszólván összeköti a *Theropoda*-kat a *Sauropoda*-kkal. A *Sauropoda*-k valódi ősenek csontvázat eddig még nem találták meg; egy, bizonyos tekintetben a *Sauropoda*-kéra emlékeztető lábnyomot azonban *Otozoum Moodii* néven irtak le (21. kép). Az *Otozoum* elülső lába ujjonjáró (*digitigrad*), a hátsó azonban talponjáró (*plantigrad*), az *Otozoum*

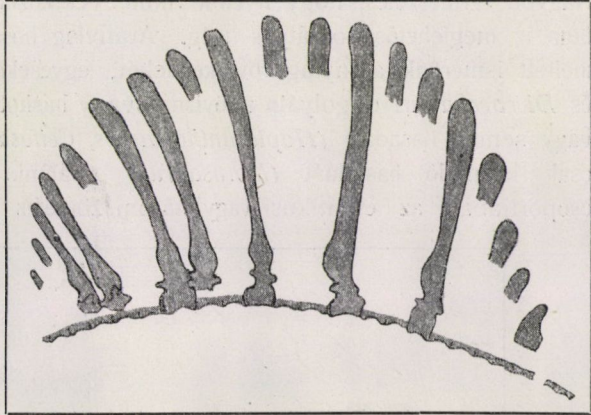
tehát éppen úgy járt, mint a hogyan azt a *Plateosaurus* esetében rekonstruáltuk; az *Otozoum* ujjpercei rövidebbek a *Plateosaurus*-énál, ebben különbözik egymástól a két állat. Az *Otozoum* lábnyomáról sajnos nem állíthatjuk, hogy a *Sauropoda*-k őseitől ered, annyit azonban mégis föltüntet, hogy hol kell az összekötő kapcsot keresnünk.

A Dinosauruskok egyik alrendjében sem találunk annyi zavart a fajok elnevezésében, mint a *Sauropoda*-k között. A zavart ezeknek az óriás méretű, gyakran csak töredékesen ismert csontvázaknak nagyon variáló

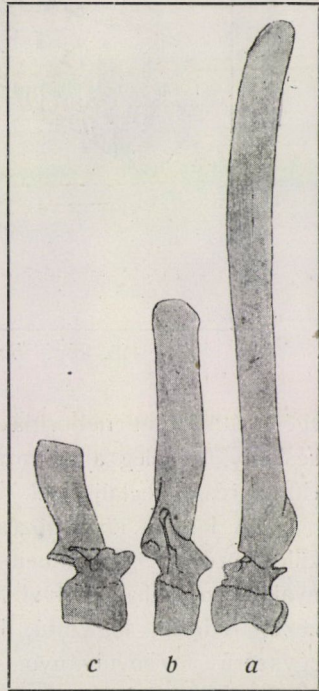
csigolyái okozzák. A nyak-, hát- és farkcsigolyák sokkal erősebben variálnak itt, mint bármely más állaton s így nagyon természetes, hogy az első bűvárok, a kik csak elszigetelt *Sauropoda*-maradványokat ismertek, csak igen nehezen ismerhették föl, hogy a különböző maradványok nemcsak egy génuszhoz, de sőt egy fajhoz is tartoztak. Nagyon sokáig tartott, a míg a sok tévedést eloszlatni sikerült. A *Sauropoda*-k fejlettségük legmagasabb fokát mindenütt a legfelső jurában, vagy az alsó krétában érték el. A középső krétából csak kevés maradvány ismeretes, Észak-Amerika felső krétájából úgy látszik teljesen hiányoznak; Európában, Afrikában, Indiában és Dél-Afrikában a *Titanosaurus* a kréta-kor végéig élt.

A *Sauropoda*-k fölfedezéséig a *Pterosaurus*-ok és madarak csigolyáin kívül nem ismeretek hozzájuk hasonló könnyű alkotású hüllőcsigolyát, SEELEY ezért az első *Sauropoda*-maradványokat óriás méretű repülőállatokhoz tartozóknak gondolta.

A *Sauropoda*-k koponyája a paleontológia

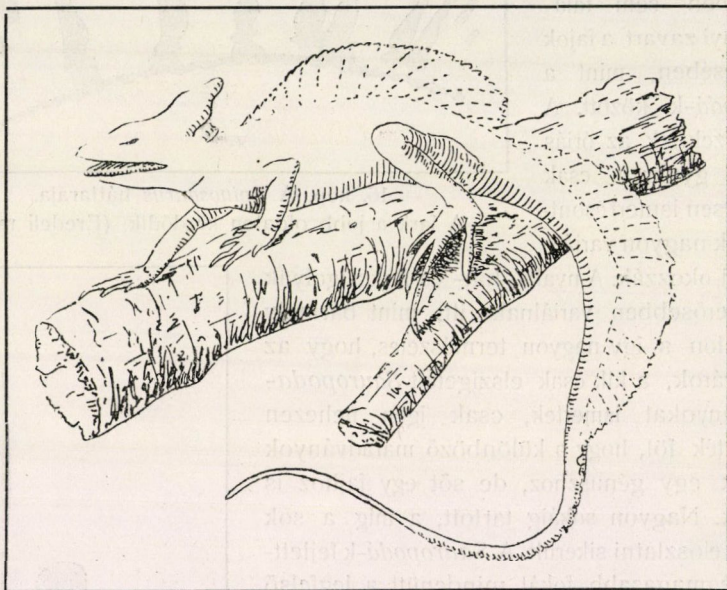


16. kép. A *Spinosaurus* háttaraja.
A fark a jobb oldalon kezdődik. (Eredeti rajz.)



17. kép. a = *Spinosaurus*,
b = *Hypacrosaurus* és
c = *Iguanodon* hátszigolyája.

legnagyobb ritkaságai közé tartozik. Míg egyéb csontokból sok ezret ismerünk, addig a koponyaleleteket ujjainkon is felsorolhatjuk. Az *Elosaurus*-on és *Pleurocoelus*-on kívül alig ismerünk kicsinytermetű és primitív *Sauropoda*-t. Nagyon természetes, hogy ilyen körülmények között a *Sauropoda*-k rendszertana is meglehetősen homályos még. Aránylag hosszú elülső végtagú alakok mellett ismerünk aránylag rövidkezűeket, egyeseken, mint pl. a *Diplodocus* és *Dicraeosaurus* csigolyáin a tövisnyulvány hasított, vagyis kettős, másokon vagy semmi hasadást (*Haplacanthosaurus*, *Cetiosaurus*, *Titanosaurus*), vagy csak kezdődő hasadást (*Morosaurus*) találunk. A *Sauropoda*-k egyik csoportjában az elliptikus vagy háromszögletes keresztmetszetű fogak az



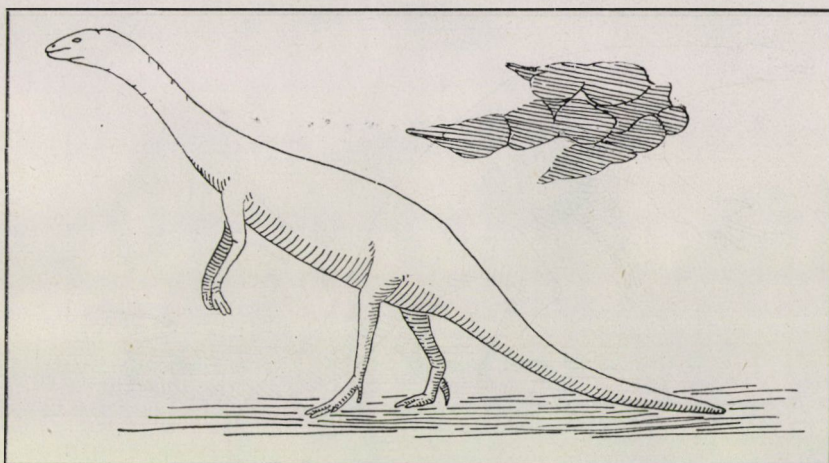
18. kép. *Basiliscus*, élő gyíkfaj. (BREHM szerint.)

egész állkapcsot beborítják, a másikban az egymástól messze álló, hosszú, keskeny, némileg a czeruza alakjára emlékeztető fogak csak az állkapocs elülső részét foglalják el.

A fogazat különbözősége arra vall, hogy a két csoport életmódja is különböző volt. Egészen véve megkülönböztetünk rendes fogazatú, vastag nyakú, széles hátú, rövid felkarcsontú (*Morosauridae*), keskeny hátú, rövid kezű, redukált fogazatú, hasított tövisnyulványú (*Diplodocidae*), továbbá egyszerű tövisnyulványú, aránylag hosszú felkarcsontú (*Pleurocoelidae*) és igen hosszú felkarcsontú (*Brachiosauridae*) *Sauropoda*-kat. Ilyen módon négy *Sauropoda*-csoportot választottunk szét, a melyekről azonban egyéb biztosat egyelőre nem tudunk.

A legtöbb európai *Sauropoda*-maradványt *Cetiosaurus* és *Ornithopsis*, fogait *Pelorosaurus* és *Cardiodon* néven írták le. Mind ezen fajok csontvázának azonban csak egyes részeit ismerjük s így a két alakot csak egyes részek (pl. medenczerészek) alapján hasonlíthatjuk össze. A *Cetiosaurus*-nak aránylag hosszú elülső végtagját, medenczét és farkát, az *Ornithopsis*-nak leginkább hátcsigolyáját és egyetlen medenczét ismerjük. Ennyire hiányosan ismert alakokat nem rekonstruálhatunk, alakjukra azonban következtethetünk a hozzájuk hasonló és jobban ismert északamerikai *Sauropoda*-kéből.

Mindkét európai alak (*Cetiosaurus* és *Ornithopsis*) hosszú lábú és rövid, tonnalakú testű volt. Görbe hátuk legmagasabb pontja a mell és



19. kép. *Anchisaurus* és lábnyoma. (LULL szerint.)

váll közé esett. Testük a medence mögött fokozatosan ment át az erős, tövén oldalt lapított farkba, melynek hossza a test kétszeresét, sőt háromszorosát is meghaladta. Nyakuk hosszú, felső részében csaknem kigyószerű volt, tartása hasonlított a struccéhoz. Koponyájukból még semmit sem ismerünk, de a karcsú nyakból következtetve kicsinynek kellett lennie.

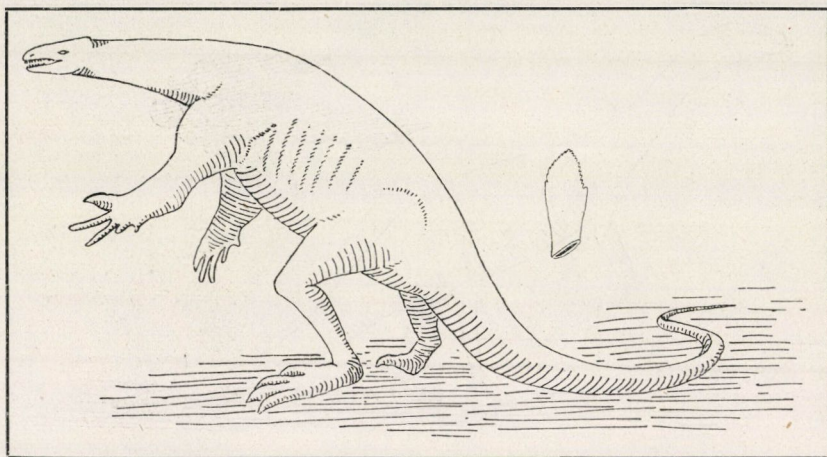
A *Cetiosaurus*-nak farka, a *Diplodocus*-éhoz hasonlóan, végén sajátos alakot öltött. Ezeknek az állatoknak utolsó farkcsigolyái nem vékonyodnak és rövidülnek fokozatosan, mint a rendes farkon, hanem hosszúság és vastagság dolgában egyaránt teljesen egyenlők, mindkét oldalukon domború izületi felületükkel érintik egymást, úgy hogy az egész farkvég kötélalakú. Ezek a farkcsigolyák csigolyaíveket nem viseltek, egészben véve csak a csigolyatest van meg, úgy hogy gerinczvelőt nem tartalmazhattak. A domború izületi felületek arra vallanak, hogy a több méter hosszú farkvég nagyon hajlékony volt. Több bűvár ezt a farkvéget az ostor végével hasonlította össze és a *Sauropoda*-k fegyverének tartotta. Én azonban való-

színűbbnek tartom GADOW felfogását, a ki szerint ez az ostor csak a farkvég elsorvadása következtében jött létre.

Az *Ornithopsis* bőréből ismerjük egy kicsiny darabnak a lenyomatát és ebből fogalmat alkothatunk magunknak a *Sauropodá*-k csupasz bőréről. A *Sauropodá*-k testét, épp úgy, mint az *Ornithopodá*-két, a melyekről még szólni fogunk, egyforma hatszögletű pikkelyek borították.

A *Cetiosaurus* és *Ornithopsis* külsejét az eddigiekben az amerikai *Diplodocus* és *Brontosaurus* nevű *Sauropodá*-k típusa alapján vázoltam.

A *Diplodocus* és *Morosaurus* koponyája közötti különbség jól látható 22. képünkön. Mindkét alak elülső végtagja rövidebb a hátsónál, egyébként



20. kép. *Plateosaurus* és foga. (JAEKEL szerint.)

azonban meglehetősen hasonlóak voltak. A *Diplodocus* legjobb rekonstrukciója nézetem szerint az, melyet ABEL közölt a kihalt gerincesek biológiájáról szóló gyönyörű művében (23. kép). A 24. képünkön bemutatott *Brontosaurus* rekonstrukcióját az „American Museum of Natural History“-ban felállított, meglehetősen ép csontvázra alapítottam; az élő állat súlya 36 tonna lehetett. A *Diplodocus* keresztcsontja táján volt a legmagasabb, a *Brontosaurus* ezzel szemben, hosszabb felkarcsontja következtében, a hát közepe táján. A *Brachiosaurus*-nál, a melynek felkarcsontja úgyszólván a czombnál is hosszabb, a test legmagasabb pontja jóval előbbre esett.

A német fennhatóság alatt álló Délkelet-Afrikában igen sok *Brachiosaurus*-maradványt találtak; a leletek zömét Berlinben őrzik. Nagyon valószínű, hogy idővel a *Brachiosaurus* lesz a legjobban ismert *Dinosaurus*-féleség.

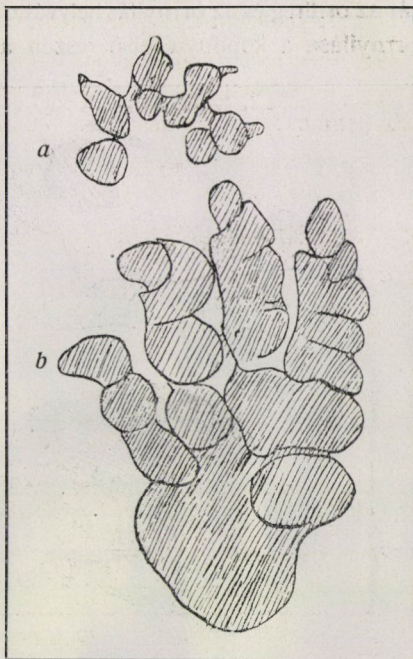
A *Dinosaurus*ok maradványait gyakran igen nehéz kiásni és elszállítani. Az Afrika belsejében, távol minden kocsitól és vasúti pályától talált *Sauropoda*-csontok közül soknak súlya több métermázsányi volt s így már fölemelni

is csak részletekben lehetett. Elszállításukhoz is természetesen sok ember kellett. Minden zavar elkerülése végett az összes csontdarabokat gondosan meg kellett számozni és óvatosan be kellett csomagolni. A legkisebb darabokat kókuszdiókba csomagolták. Így került lassacskán az egész anyag Berlinbe. 1912-ben a berlini „Museum für Naturkunde“ helyiségeiben a Délkelet-Afrikában folyó munkát valóságos kókuszdió-invázió jelezte; lépten-nyomon kettévágott és újra összekötözött, gondosan megszámozott kókuszdióhéjakba botlott az ember.

A Délkelet-Afrikából Berlinbe szállított anyag összsúlya természetesen sok száz tonnára rúgott és ezt a rengeteg súlyt Afrika belsejéből a tengerpartig kizárólag gyalogos emberek szállították. Arról, hogy az egész munka mennyi nehézséggel járt, csak annak lehet fogalma, a ki maga már gyűjtött fosszilis csontmaradványokat. A *Sauropoda*-maradványok súlya nemcsak a gyűjtést, de a feldolgozást is megnehezíti. Minden tárgy tanulmányozásánál kénytelen a bűvár a tanulmányozott tárgyat mozgatni; kisebb csontokat könnyen megforgat az ember kézzel, a nagyobbakhoz segítségül hív valakit, de métermázsás tárgyakat minden oldalról csak úgy vizsgálhat, ha a szó szoros értelmében körül járja.

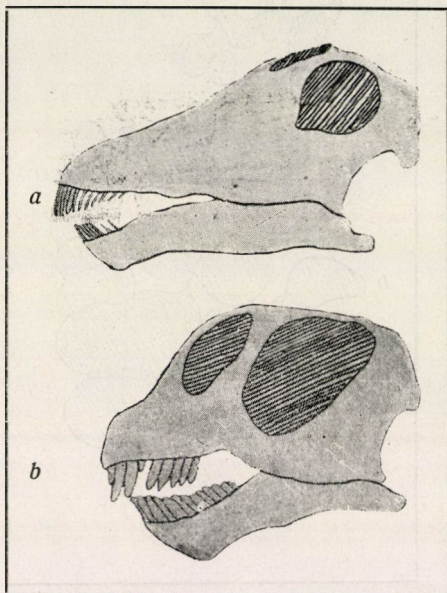
Sauropoda-maradványok az erdélyi Szentpéterfalváról is ismeretesek, ezek azonban egytől-egyig kicsiny fajokat képviselnek.

A szentpéterfalvai *Sauropoda*-maradványok a *Titanosaurus* génuszhoz tartoznak. Ez a *Sauropoda* hosszú végtagjaival nagyon sokban emlékeztet az amerikai kicsiny *Pleurocoelus*-ra. A *Cetiosaurus*-szal abban egyezik meg, hogy a hátságolyák tövisnyulványai nem hasítottak és felkarcsontja hosszú, lényegesen különbözik azonban összes rokonaitól egész hátának erős hajlékonyságával. A legkisebb szentpéterfalvai *Titanosaurus*-példányok mindössze fél méter magasak; ezek fiatal állatok maradványai; a legnagyobbak 1,5 m magasak voltak. Ezzel szemben a *Diplodocus* 25, a *Brachiosaurus* több mint 30 méter hosszú volt. Érdekes, hogy a délamerikai *Titanosaurus*-ok nagyobbak európai rokonaiknál. Bár a *Titanosaurus*-ból annyi maradvány ismeretes, hogy a csontvázat könnyű lesz rekonstruálni, ezt csak



21. kép. *Otozoum* lábnyomai; a az elülső és b a hátulsó láb nyomai. (LULL szerint.)

az ezidőszerint Londonban levő példányok beható tanulmányozása után kisérelhetem meg s ezért a *Titanosaurus* helyett ezen a helyen a *Pleurocoelus* rekonstrukcióját közlöm (25. kép). Egybevetve a *Pleurocoelus*, *Brontosaurus* és *Diplodocus* rekonstrukcióit, szemünkbe ötlük a nyak folytonos hosszabbodása: a *Pleurocoelus* nyaka e három között a legrövidebb, a *Diplodocus*-é a leghosszabb. A nyak fokozatos meghosszabbodásával karöltve jár az orrűreg és az orrnyílás helyváltoztatása is: a leghosszabb nyakú *Diplodocus* orrnyílása a koponya felső részén a legmagasabban nyílik. A koponya felső



22. kép. A *Diplodocus* (a) és a *Morosaurus* (b) koponyája.

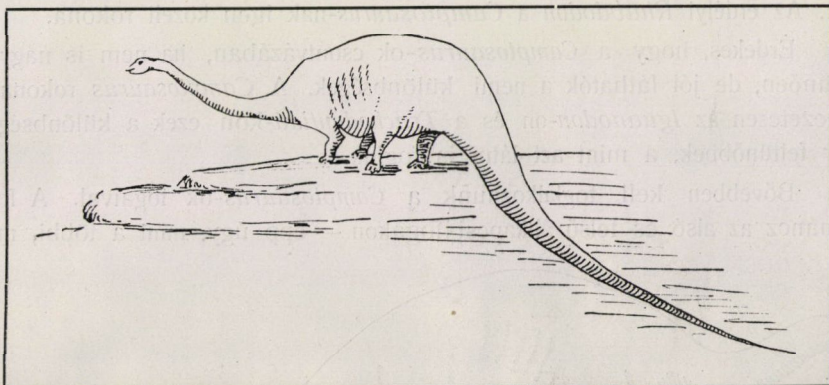
részen elhelyezett orrnyílás jellemző az összes vízi tündőszállatokra, mert lehetővé teszi, hogy ezek az állatok orrnyílásukat a fej és test csekélyfokú mozgásával a víztükör fölé tartassák. Minthogy pedig a tündőszállat hosszú nyaka úgy is értelmezhető, hogy szerepe a fejnek a törzs mozgása nélkül a víz színe fölé emelése volt, magától értetődő az a gondolat, hogy a hosszúnyakú és magasan nyíló orrnyílású alakok időnként nagyon mélyen tartózkodtak a víz színe alatt. Ilyen módon a *Diplodocus* a mély tavak lakójának tekinthető. Ezzel szemben a *Titanosaurus* és a többi aránylag rövidnyakú alak mocsárlakó volt. Arra, hogy a *Morosaurus* és *Diplodocus* fogzatának különbözősége minő táplálékváltozással állott kapcsolatban, még

visszatérek e tanulmány során, egyelőre csak azt emelem ki, hogy a *Diplodocus* foga vékonyabb, tehát kevésbé ellentálló, mint a *Morosaurus*-é, *Pleurocoelus*-é és a többi *Sauropoda*-é.

A *Saurischiák*-ról ezek után áttérek az *Orthopodá*-k ismertetésére. Az összes Dinosauruskok közül először az *Orthopodá*-k maradványai váltak ismeretessé. Az *Iguanodon* fogait már CUVIER is ismerte, a ki tisztában volt azzal is, hogy e fogak a Hüllők őseitől valók.

Az *Orthopodá*-k általános osztályozásáról már szóltam. Ismétlem tehát, hogy megkülönböztetünk közöttük pánczélosokat (*Thyreophora*) és csupasz testűeket, a melyeknek bőrét sokszögű kövezetpikkely borította (*Ornithopodidae*). Az *Ornithopodidá*-k kizárólag kétlábúak, a *Thyreophorá*-k, egyetlen egynek kivételével, négylábúak.

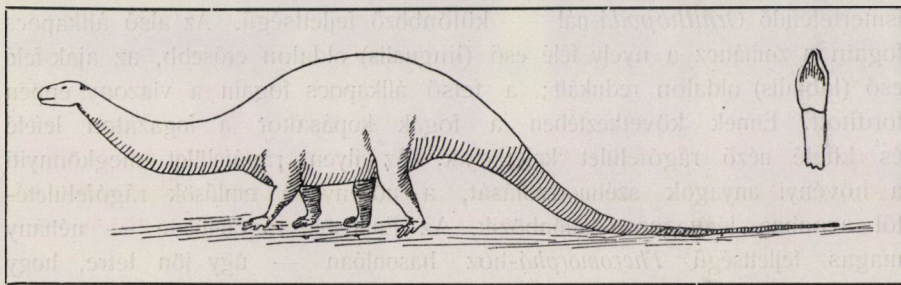
Az *Ornithopodidá*-k egyik legkezdetlegesebb alakja az angolországi alsó krétából leirt *Hypsilophodon*. Kezdetlegesnek azért mondjuk, mert a közti állkapocsban (*intermaxilla*) még fogakat visel, holott az összes többi *Ornithopodá*-k közti-állkapcsát épp úgy, mint az alsó állkapcsot, szarucsőr borítja. A *Hypsilophodon* abban is különbözik a többi specializáltabb *Ornithopodidá*-tól, hogy lábujjai karmosak, mint a *Theropodák*-é, nem pedig patások,



23. kép. *Diplodocus*. (ABEL szerint.)

mint az említett speciálizáltabb alakokéi. A *Hypsilophodon* koponyája is emlékeztet bizonyos vonásokban a könnyű *Theropodá*-kéra.

ABEL a *Hypsilophodon*-t a kéz- és lábujjaktól különálló hüvelykujjai alapján fánlakó állatnak tartja. Bármennyire csábító is ez a körülmény, mégis vitatható. Megfontolandó ugyanis, hogy a *Hypsilophodon* félméter hosszú és



24. kép. *Brontosaurus*. (Eredeti rekonstrukció.) Jobboldalt egy foga.

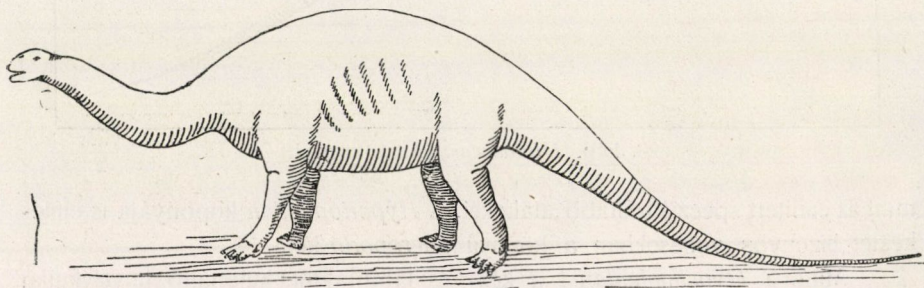
meglehetősen merev farka nagyban akadályozhatta az ágak közötti kúszást. Az nagyon valószínű, hogy a *Hypsilophodon* elülső végtagja — ha bizonyos tekintetben módosulva is — fogásra szolgált, a láb hüvelykujjának elállását azonban más tényezők is okozhatták. Úgy látszik, ezek a tényezők kapcsolatosak a térdek még bővebben tárgyalandó módosult helyzetével. Lehetőséges tehát, de még egyáltalában nem bizonyos, hogy a *Hypsilophodon* fán-

lakó állat volt. A 26. képen HEILMANN rekonstrukciójában mutatom be az állatot; ez a kép jó fogalmat nyújt az állat egész alakjáról, bár fánlakónak ábrázolja.

A *Hypsilophodon*-nál nagyobb és némileg speciálizáltabb az észak-amerikai és európai *Camptosaurus* (27. kép). Az állat egészben véve karcsú, lábai, miként a *Hypsilophodon*-éi, még mindig tompa karmokban végződnek. Az erdélyi *Rhabdodon* a *Camptosaurus*-nak igen közeli rokona.

Érdekes, hogy a *Camptosaurus*-ok csontvázában, ha nem is nagyon feltűnően, de jól láthatók a nemi különbségek. A *Camptosaurus* rokonain, nevezetesen az *Iguanodon*-on és a *Trachodontidá*-kon ezek a különbségek már feltűnőbbek, a mint azt látni is fogjuk.

Bővebben kell foglalkoznunk a *Camptosaurus*-ok fogaival. A fogzománcz az alsó és felső állkapcsi fogakon — épp úgy, mint a többi, még

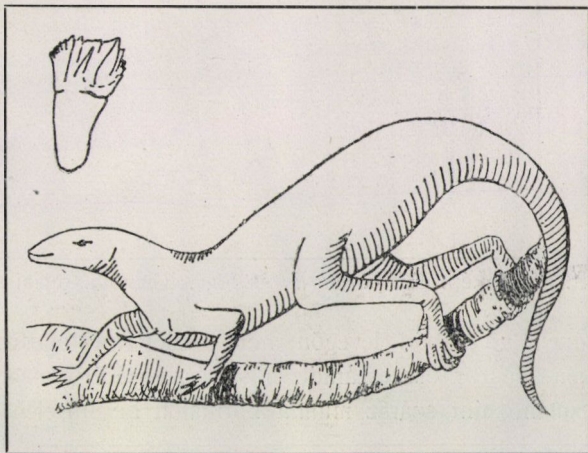


25. kép. *Pleurocoelus* és foga. (Eredeti rekonstrukció.)

ismertetendő *Ornithopodá*-nál — különböző fejlettségű. Az alsó állkapocs fogain a zománcz a nyelv felé eső (lingualis) oldalon erősebb, az ajak felé eső (labialis) oldalon redukált; a felső állkapocs fogain a viszony éppen fordított. Ennek következtében a fogak kopásakor a fogazaton lefelé és kifelé néző rágófelület keletkezik. Az ilyen rágófelület megkönnyíti a növényi anyagok szétmorzsolását, a növényevő emlősök rágófelületétől azonban lényegesen különbözik. Az Emlősök rágófelülete — néhány magas fejlettségű *Theromorphá*-hoz hasonlóan — úgy jön létre, hogy a zománcz a fogdudorok között besülyed a fog belsejébe, a rágófelület későbbi kopásakor a fogcsonton kiálló bordák keletkeznek, a melyek némileg védik a fogcsontot. Az *Ornithopodidá*-knál a fog felülete nem a zománcz redőződése, hanem annak egyoldalú redukciója útján alakul ki. Ebben az esetben tehát a fog erősödés helyett gyöngül.

Az *Ornithopodá*-k rágófelülete velejében a Rágcsálók rágófelületére emlékeztet és a miként a Rágcsálóknál a hiányos fogszerkezetet a fogak gyors növekedése pótolja, azonképpen az *Ornithopodá*-k szerkezeti hiányát

is valami módon ellen kellett súlyozni, hogy a fogazat működhessen. Az *Ornithopodá*-k foggyökere nem hosszabbodhatott meg, mint a Rágcsálóké. Az *Iguanodon* és *Camptosaurus* összes rokonainál az ellensúlyozás úgy történt, hogy a zománcz azon az oldalon, a melyen már vastag volt, a fog felületére merőleges zománczbordákkal még vastagodott (v. ö. 28. kép.) Egyideig ez a vastagodás ellensúlyozta a kopást, az ellensúlyozás további módja az volt, hogy a fogak — mint az összes Hüllőkön — utána nőttek. Az összes bordásfogú *Ornithopodá*-kat a zománczbordák szép ornamentikája alapján *Kalodontidá*-knak nevezzük. A kopást minden esetben anyagpazárlással ellensúlyozták ezek az állatok, minden ellensúlyozás dacára is végül az összes *Kalodontidá*-k nem voltak képesek keményebb fát, sőt kovatartalmú növényi táplálékot megőrölni. Fogaiknak leginkább a puha táplálék volt alkalmas és így nyilvánvaló, hogy a *Kalodontidá*-k fokozatosan lágy növényi táplálékra voltak kénytelenek áttérni.

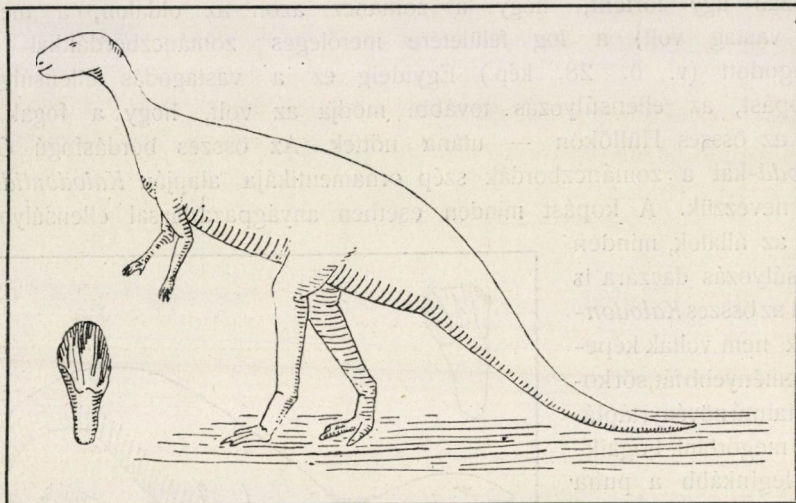


26. kép. *Hypsilophodon*. (HEILMANN rajzai alapján rekonstruálva.)

A legnagyobb eddig ismert *Kalodontida* a 10 méter hosszú *Iguanodon*, a mely a kréta-formáció első felében élt. A belgiumi Bernissart szénbányájában egy kőszén-formációbeli kőzetbe vágott és alsó krétakori üledékekkel kitöltött völgyben 25 teljes *Iguanodon*-csontvázat találtak; valamennyit a brüsszeli természetrajzi múzeum őrzi. Az *Iguanodon*-ok nemi különbségei még jellegzetesebbek, mint a *Camptosaurus*-oké, érthető tehát, hogy eleinte más-más néven írták le a hímeket és a nőstényeket; a hímeket OWEN *Iguanodon Mantelli* néven írta le, a többnyire nagyobb nőstény *Iguanodon bernissartensis* néven ismeretes (28. kép).

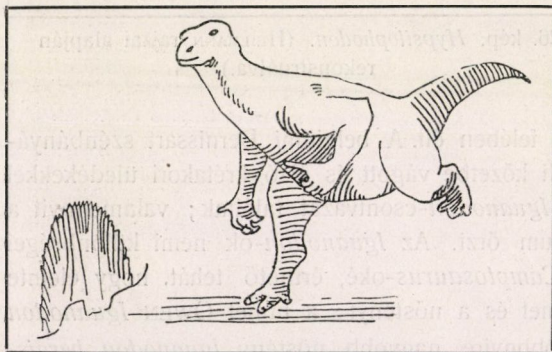
Az elmúlt év egy szerencsés lelete az *Iguanodon* bőrdarab-lenyomatát is napvilágra hozta. HOOLEY ezt a lenyomatot néhány hónappal ezelőtt írta le. Az *Iguanodon* bőre hasonló az amerikai *Trachodon*-éhoz. Mindkét állat bőrét sokszögű táblaalakú pikkelyek borították, a melyeknek csontmagvuk nem volt. Az *Iguanodon* pikkelyei egyforma nagyok, a *Trachodon* bőrén azonban, főleg az állat hátán, kisebb sokszögletű pikkelyek egy-egy nagy pikkely

köré csoportosulnak és ilyen módon szabálytalan rozetták jönnek létre (29. kép). E bőrlenymatok konzerválódását úgy magyarázhatjuk, hogy az állat különösen forró és száraz időben pusztult el, hullája ennek követke-



27. kép. *Camptosaurus* és foga. (GILMORE rajzai alapján rekonstruálva.)

tében a szabad levegőn nem oszlott fel teljesen, hanem a száraz hőségben először összeszáradt, a szó szoros értelmében megszilárdult és csak ezután, mint száraz mumia borítottatott be hirtelen üledékkel. Mielőtt a hulla



28. kép. *Iguanodon* és foga. (HEILMANN szerint.)

újra felpuhulhatott volna, megszilárdult már a burok és így maradhatott meg a száraz bőr lenyomata. Észak-Amerikában sok ilyen *Trachodon*-mumiát találtak; egyik legszebb példány a frankfurti polgárok áldozatkészségéből fenntartott Senckenberg-Múzeumba került.

A *Trachodon* olyan *Ornithopoda*, a mely fogszerkezetének hiányait más módon egyenlítette ki, mint a *Kalodontidák*. Ennél az állatnál a fog zománczos oldalán zománczbordák nem fejlődtek és a foggyökér sem nőhetett. A kopást ebben az esetben csupán a fog gyors utána növése egyenlítette ki. Mielőtt még egy fog egészen elkopott volna, már működésbe lépett a második és még az első és második fog elkopása előtt már a harmadik

is résztvett a rágás munkájában. Mindkét állkapocsban egymás mellett egyidejűleg különböző korú fogak állottak használatban. A helyett tehát, hogy a táplálékot egyes erős fogak morzsolták volna szét, ezt a munkát sok fogból álló rágókövezet végezte. A kövezetfogból az egyes fogak zománczrétegeinek keresztmetszetei sok bordát alkotva kissé kiemelkedtek.

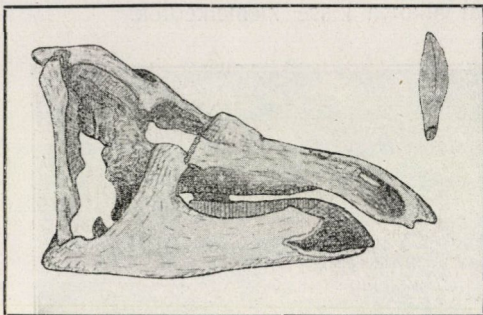


29. kép. A *Trachodon* bőrlenymatának egy darabkája.

Azonban ez a kiegyenlítődés sem volt gazdaságos, mert az állkapocs barázdájának növekedésével járt karöltve s ezzel egyszersmind meglazultak a benne elhelyezett fogak. Gyakran találtak olyan *Trachodon*-állkapcsokat, a melyekből az összes fogak hiányoznak, mert az állat elhullása után egyszerűen kikullottak az állkapocsból. Éppen úgy — bár más módon — mint a *Kalodontidá*-k, a *Trachodontidá*-k sem tudták a szilárdabb növényi

termékeket szétmorzsolni és így az utóbbiak is csak lágy mocsári növényekre szorítkoztak.

A fogazat erősebb vagy gyengébb fejlettsége alapján megkülönböztetünk *Protrachodontidá*-kat, a melyeknél a fogak száma közel 2000-re



30. kép. *Orthomerus* koponyája és foga.
(Eredeti rajz, némileg restaurálva.)

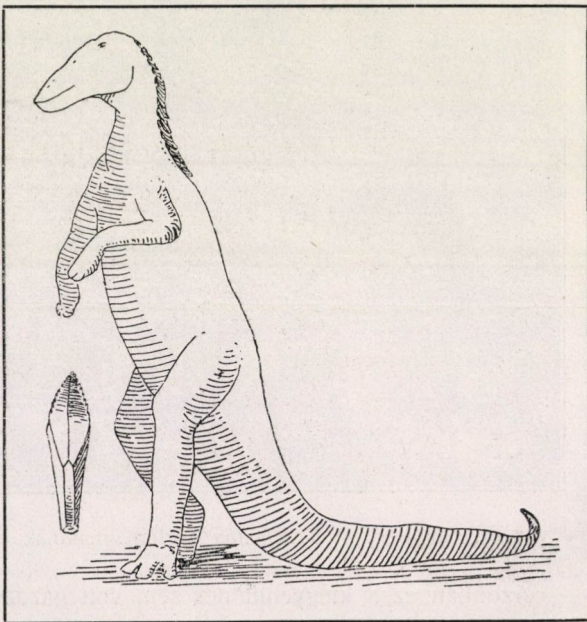
rúg. A *Protrachodontidá*-kat eddig csak hiányosan ismerjük, de a mi szempontunkból azért különösen jelentősek, mert egyik fajuknak, az *Orthomerus*-nak legépebb maradványai a hátszegi völgyből kerültek napvilágra. Részletesen eddig csak a koponyáját irtam le (30. kép), többi maradványának tekintélyes része a budapesti m. k. földtani intézet múzeumában van, leírását azonban csak

a békés viszonyok helyreálltával kezdem meg. Ezen a helyen csak azt jegyzem meg, hogy az *Orthomerus* ujjait pata fedi, mint az *Iguanodon* és *Trachodon* ujjait.

A budapesti gyűjteményben az *Orthomerus*-on kívül a *Rhabdodon* és *Titanosaurus* is képviselve van s így ez a gyűjtemény Dinosauruskok dolgában Európa első gyűjteményei közé tartozik. Szébb Dinosauruskus-anyagot mindössze London, Berlin, Stuttgart, Frankfurt és Tübingen múzeumaiban találunk.

Igazi *Trachodontidá*-t alig ismerünk Európából. Hazájuk a felső kréta-formációban Észak-Amerika volt.

Említettem már, hogy *Trachodon*-mumiákat szép számban ismerünk, így tehát könnyen rekonstruálhatjuk (31. kép) egész alakját. Elülső lábai karcsúak és kicsinyek voltak, ujjai úszóhártyában feküdtek, de patában végződtek. Hátsó végtagjuk nagy,



31. kép. *Trachodon* és foga. (OSBORN szerint.)

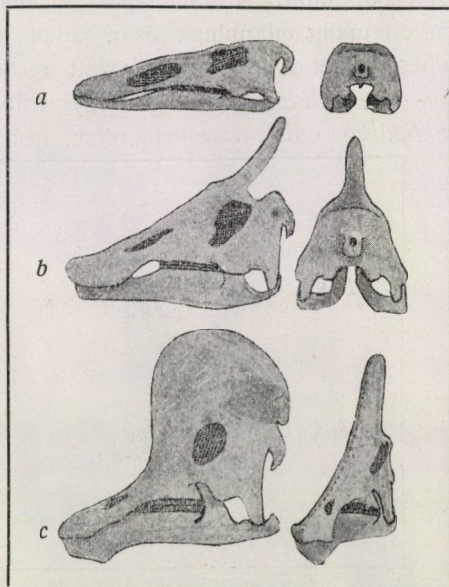
az egyes ujjak szintén patát viseltek. Farka hosszú, oldalt lapított s bizonyára szerepe volt az úszásban. A koponya elől, az állkapocs táján, kacsacsőr-alakúlag kiszélesedett. Csőrével bizonyára nagy tömeg mocsári növényt (algát) vehetett föl egyszerre.

A *Trachodontidá*-k himjeit sajátos dísz különböztette meg a nőstényektől. A hímek ivari dísz a háton végighúzóódó bőrtaraj és a fejen — fajok szerint meglehetősen változó — „kakastaréj” volt. Ennek a kakastaréjnek csontos alapja néhány példányon megmaradt, húsos részének méreteiről azonban semmit sem tudunk.

A 32. képen egy dísztelen (*Trachodon*) és két díszített (*Corythosaurus*, *Saurolophus*) *Trachodon*-koponyát látunk. Messze vezetne, ha a koponyadíszítéssel kapcsolatos mendeczekülönbségekre is kitérnék, ezért csak azt említem meg, hogy egyes *Trachodon*-hímek (pl. *Hypacrosaurus*) háttarajának megtámasztására megnyult tövisnyulványok szolgáltak. A 17. képen a *Spinosaurus* csigolyája mellett az *Iguanodon* rendes tövisnyulványú csigolyáját és a *Hypacrosaurus* csigolyáját mutatom be. A *Spinosaurus*-szal és *Saurolophus*-szal kapcsolatban megérthetjük már most a *Ceratops* szarvát is. Erre alapítom azt a nézetemet is, hogy a *Tyrannosaurus* szeme szélén látható dudorodások díszül szolgáló tarajt tartottak.

Az *Ornithopodá*-k után most a *Thyreophorá*-k eltérő csoportjára térek át. Ebben a csoportban három típust különböztethetünk meg, melyeket három családba: a *Stegosaurus*-ok, *Acanthopholidá*-k és *Ceratopsidá*-k családjába oszthatunk. Nem kívánok az osztályozás csonttani részleteire kitérni; e dolgozat célját teljesen kielégíti, ha e három család általános alakjáról szólunk.

Az eddig ismeretes legrégebbi *Thyreophora* a liaszból, vagyis a jura-formáció legidősebb, közvetlenül a triászra települő rétegeiből került ki és OWEN írta le *Scelidosaurus* néven. OWEN a csontváz leírásában a fősúlyt a csonttani részletekre fektette, az állat rekonstruálásával azonban nem próbálkozott meg. Az első rekonstrukció, a mely az állatot négylábú

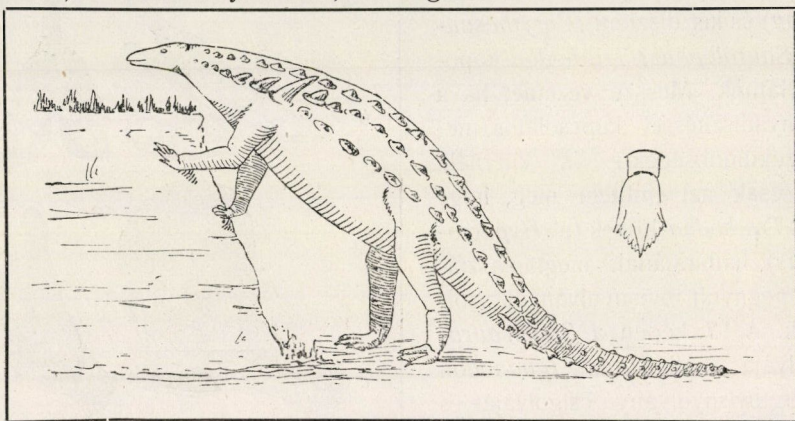


32. kép. Különböző *Trachodon*-fajok koponyája; a = *Trachodon* koponyája oldalról és hátulról; b = *Saurolophus* koponyája oldalról és hátulról; c = *Corythosaurus* koponyája oldalról és elülről.

Dinosaurus-nak mutatja be, MARSH-tól ered, a második rekonstrukció pedig a londoni természettudományi múzeum vezetőjében jelent meg. Mindkét rekonstrukció helyességéhez szó fér; közös főhibájuk, hogy az állat páncélját nem ábrázolják híven.

A czombcsont sajátosságos vonásai, főleg azonban a nagy hátsó láb valószínűvé teszik, hogy a *Scelidosaurus* időnként két lábon is járt. Az eredeti példányon fölismerhető, hogy az állat páncélja több sor púpos páncéllemezből állott. A váll táján a púpok valószínűleg tövisbe mennek át, a farkon pedig ellapulnak és a farkot körülvevő vértet alkotnak. Mindezeket a részleteket a 33. képen közölt rekonstrukciómban kívánom szemléltetni.

A *Scelidosaurus* fogai egyszerűbbek, mint a legprimitívebb *Ornithomimidá*-ké, oldalt összenyomottak, némileg tehát a triász kori *Plataeosaurus*-ok



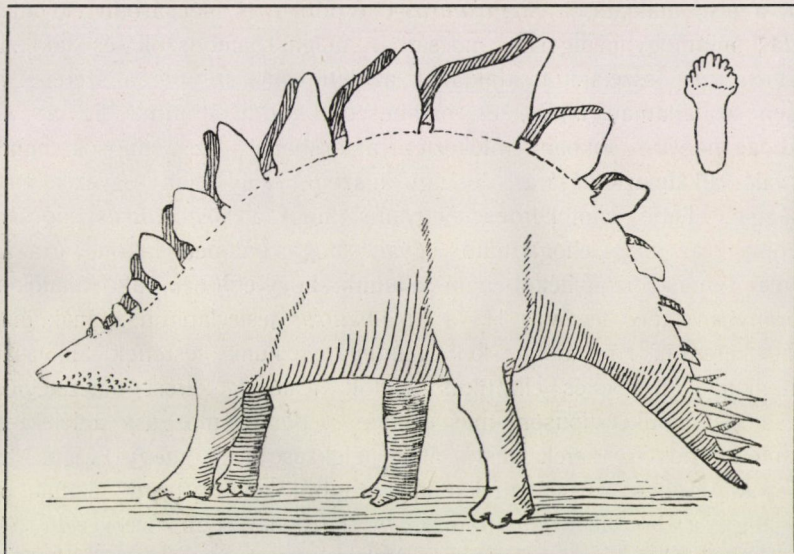
33. kép. *Scelidosaurus* és fog. (Eredeti rekonstrukció.)

fogaira emlékeztetnek, a melyektől azonban abban különböznek, hogy elülső és hátsó szélükön néhányszor erősen fűrészeltek. Egészben véve hasonlóak e fogak a *Plataeosaurus*-éhoz és az *Orthopoda*-kéhez és az erős állkapocsizmokkal együtt arra vallanak, hogy a *Scelidosaurus* mindentevő (omnivor) állat volt. Az összes többi *Thyreophora*, de sőt az *Orthopoda*-k fogai is minden nehézség nélkül könnyen levezethetők a *Scelidosaurus*-szerű fogakból. A *Scelidosaurus* állkapcsainak központi helyzete bizonyos tekintetben feljogosít arra, hogy külön családot (*Scelidosauridae*) állítsunk fel, a koponya többi részeinek és a csontváznak fölépítése azonban újra oda vezet, hogy a *Scelidosaurus*-t a *Stegosaurus*-szerű alakokkal egyesítsük.

Stegosaurus-maradványokat Észak-Amerikából, Európából és Délkelet-Afrikából ismerünk. Fejlődésük tetőpontját Európában és Amerikában a jurakorban, Afrikában pedig a legidősebb krétakorban érték el. A legnevezetesebb amerikai alak neve *Stegosaurus*; az európaié *Omosaurus*, az afrikaié *Centrurosaurus*.

A *Stegosaurus* elülső lába is jóval rövidebb a hátsónál, mint a *Scelidosaurus* esetében, a hosszúságot azonban a vastagság pótolja. Az oszlopszerű rövid láb a nagy testsúlyt tartotta. Sok jel arra vall, hogy a *Thyreophora*-k kétlábú alakokból származnak, a melyek idővel elülső lábukra ereszkedtek. Erre valószínűleg a pánczél növekedése kényszerítette az állatot, mert egyfelől mindegyre nehezebbé vált a hátpánczél viselése, másfelől azonban ezek az állatok mindinkább pánczéllal védett hátukat és nem a mellüket fordították ellenségükkel szembe.

A *Stegosaurus* csontvázának sajátosságai közül különösen ki kell emelnünk a keresztcsonton levő nagy gerinczvelőüreget. A gerinczvelő a kereszt-



34. kép. *Stegosaurus*. (LULL rajza nyomán módosítva.)

csontban a *Stegosaurus*-on kívül ugyan a ma élő madarakon is megnagyobbodik és nagyobb már különböző más Dinosaurusokon is, de sehol sem oly nagy, mint a *Stegosaurus*-nál. Azt, hogy mi volt a megnagyobbodott gerinczvelőüreg szerepe, még nem tudjuk. Néhány bűvár ezt a velőürt keresztcsonti agyvelőnek (sacralis agyvelőnek) nevezi. A *Stegosaurus* agyveleje feltűnően kicsiny, úgyannyira, hogy csaknem keresztülfér valamennyi csigolya gerinczvelőnyílásán. Egészben véve csak mintegy függeléke a gerinczvelőnek. Néhány szerző szerint az említett keresztcsonti agyvelőnek az lett volna a szerepe, hogy helyettesítse a tulajdonképpeni agyvelőt, egyelőre azonban nem tudjuk, mennyiben helyes ez a felfogás.

A *Stegosaurus* legjellemzőbb vonása a pánczél. Az állat magasan domborodó hátán két sorban nagy lemezek emelkednek, a farkon a lemezek helyett ijesztő tüsképarok láthatók (34. kép). Nem tudjuk még egyelőre,

hogy vajjon — a *Scelidosaurus*-hoz hasonlóan — a vállon is állottak-e ki tüskék. A *Centrosaurus*-nak ismerjük néhány tüskemaradványát, ezek a keresztcsontra tapadtak; hasonló tüskemaradványokat találtak egy angolországi *Stegosaurus* mellett is. Alapelvünkhöz híven, hogy tudniillik semmi olyant ne fogadjunk el, a mi még biztosra nem vehető, ezidő-szerint a *Stegosaurus*-t helyesen csak hátlemezekkel és farktüskékkel rekonstruálhatjuk. Az amerikai paleontológusok felfogása szerint a farktüskék fegyverül szolgáltak.

A *Stegosaurus*-nak mindkét oldalon lapított teste jól illusztrálja néhány amerikai paleontológus naiv és helytelen következtetését. GILMORE tekintet nélkül a test alakjára, a *Stegosaurus*-t erdőben és mocsárban élő állatnak tartotta; minthogy pedig sok mocsárban magas bambuszok és fák nőnek, a *Stegosaurus* összelapított alakjának az lett volna szerinte a szerepe, hogy segítsen az állatnak a fák és bambuszok között átbújni. Ez az alkalmazkodás nagyon sokban emlékeztet a bolhának az emlősök bundájához való alkalmazkodására, de úgy hiszem, hogy nem egyezik meg a valósággal. Több mint kérdéses ugyanis, hogy a *Stegosaurus* mocsárlakó lett volna; az még elfogadható ugyan, hogy erdőben lakott, arra azonban már semmi bizonyítékot nem találunk, hogy erdőben lakó állatok teste oldalirányban lapos legyen. Ha a *Stegosaurus* teste lapitottságának magyarázatát keressük, behatóan kell tanulmányoznunk testének alkotását és mechanikáját. Kerek és elliptikus állatok testének keresztmetszeteiből kitűnik, hogy mindkét típuson más és más a bordák mozgása a lélekezéskor. Vízszintesen fekvő, kerek testű állat lélekezése úgy megy végbe, hogy a bordák részben fölemeltetnek; két oldalról lapított testű állatnál pedig úgy, hogy a bordák szétnyittatnak. A kezdetlegesebb szervezetű *Stegosaurus*-szerű állatok (pl. *Omosaurus*) teste kerek, a specziálizáltabb alakoké összenyomott, a páncél pedig mindkét ~~alakon csak olyan teher,~~ a mely a fejlődés során növekszik. A páncél terhe mindkét esetben a bordákra nehezedik és most már megérthető az összenyomottság oka. A helyett tehát, hogy a test összenyomottságát eszköznek tekintsük, mely lehetővé teszi, hogy az állat nem létező bambusznövények között átbújhasson, olyan eszközt látunk benne, a melynek az a célja, hogy lélekezéskor a bordákat megkímélje a páncél folytonos emelésétől. A páncél súlya az állatok törzsfejlődése során állandóan növekszik, ugyanez történik a test lapitottságával is. Ezt a megfigyelést természetesen nem általánosíthatjuk, mert hiszen a kameleonok és a *Diplodocus* is lapos testűek, ezeknél azonban egészen más okok szerepelnek.

Meglehetősen figyelemre méltó *Thyreophora*-féleség az eddig még csak hiányosan ismert *Hylaeosaurus*, a melyet Nyugat-Európa legelső krétájából irtak le.

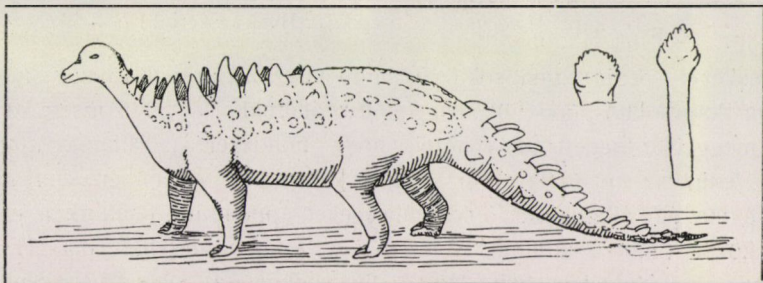
A meglevő töredékekből ítélve, a *Hylaeosaurus* koponyája közepes nagyságú volt, nyaka elől karcsú, hátrafelé azonban hirtelen megvastagodott. Elülső végtagjai jól fejlettek; a nyak felső részét két sor hosszú tövis védte. A 35. képen a *Hylaeosaurus* új rekonstrukcióját közlöm és, a mint az olvasó bizonyára látni kívánná az állatnak a sziklák mögé rejtett részét, úgy várja a paleontológus is az újabb leleteket, a melyek felvilágosítanak a hiányzó részokról. Vállöve és kevésbé ismert hátcsigolyája alapján a



35. kép. *Hylaeosaurus*. (Eredeti rekonstrukció.)

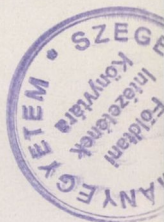
Hylaeosaurus nem egyesíthető a *Stegosaurus*-okkal, hanem a *Struthiosaurus*-szal és *Polacanthus*-szal együtt az *Acanthopholididae*-családhoz tartozik.

A *Struthiosaurus* és *Polacanthus* meglehetősen hasonlítottak egymáshoz, éppen ezért célszerűnek tartom ezen a helyen utóbbinak egyik rekonstrukcióját bemutatni (36. kép). A *Polacanthus* kortársa volt az éppen



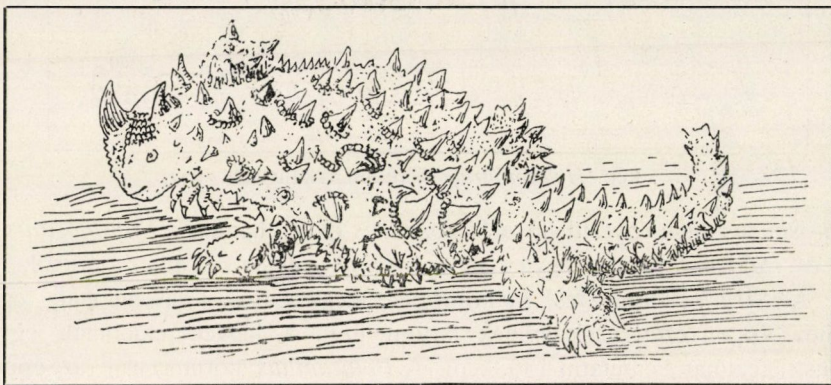
36. kép. *Polacanthus*; jobboldalt két északamerikai *Acanthopholidida* foga. (Eredeti rekonstrukció.)

tárgyalt *Hylaeosaurus*-nak, a *Struthiosaurus* a Dinosaurusok egyik utolsó alakja volt; a krétakorban élt. Mindkét állat elülső végtagja csaknem ugyanolyan hosszú volt, mint a hátsó; nyakuk mérsékelten hosszú, hátrafelé rohamosan vastagodott; koponyájuk aránylag kicsiny és derékszögben állott a nyakcsigolyák legfelsőjéhez. A fej madárszerű alkotása arra indította fölfedezőjét, hogy az egyik állatot *Struthiosaurus* (strucz-gyík) néven írja le. Mindkét alak farkát ismerjük, mely meglehetősen hosszú volt és mindenestre érintette a talajt.



Sajátságosan alakult ki ezeknek az állatoknak a páncélja. Mindkettőnek nyakán és hátának elülső felső felén a válltáj felé nagyobbodó tövisek állottak; a *Struthiosaurus* nyakán ezenkívül gyűrűalakú izeket is viselt. Farkukon ferdén elálló lemezeket találtak. A legerősebb védőpáncélt a hát hátsó felén és a keresztcsont fölött találjuk meg. A *Struthiosaurus* hátpáncélja némileg mozgékony páncélgyűrűkből állott, a melyek az egyes bordákhoz voltak növe és egészen az állat oldaláig nyultak. A *Polacanthus* háti és keresztcsonti páncéljának egyes gyűrűi mozdulatlan, az oldalon lefelé hajló pajzsokká nőttek össze. A pajzs hátsó szélén félköralakú kivágást látunk, ezen búj ki a mozgékony fark.

Bármily különösnek lássék is a *Polacanthus* páncélja, mégsem példatlan. Páncélgyűrűket és törzspajzsokat találunk a délamerikai övesállato-



37. kép. *Molochus*, élő gyíkfaj. (BREHM szerint.)

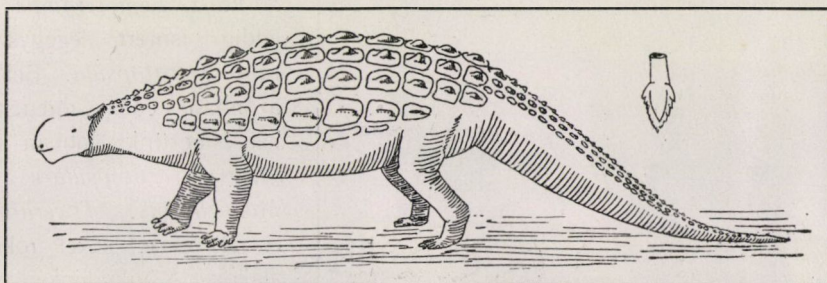
kon, tuskéket pedig igen sok élő hüllő visel. A rendkívüliség fogalma rendszeren kapcsolatos az „őzönvíz előtti“ állatokkal. A közönség körében erősen meggyökeresedett az a nézet, hogy mindezek az állatok szörnyek voltak. Pedig az „őzönvíz előtti“ állatok lényegileg semmiben sem különböztek a ma élő állatoktól. Rendkívüliségeket éppen úgy találunk a ma élő állatok között, mint a kihaltak sorában. A *Polacanthus*-nak ma élő párja (pendantja) a *Molochus*-gyík. Az a túskeborkor, a mely 37. képünkön látható, mindenesetre háttérbe szorítja Dinosaurusainkat.

Sajátságos volt a *Struthiosaurus* és *Polacanthus* táplálkozása. A *Struthiosaurus* szájának és mozgékonyágának tanulmányozása arra az eredményre vezetett, hogy ez az állat az öves állatokhoz hasonlóan mászkáló rovarokkal és férgekkel táplálkozott. A későbbiek során látni fogjuk, hogy ezt a következtetést miből vonhattuk le.

A különböző *Dinosaurus*-fajok ismertetését most már a rinoczeroszerű alakokkal befejezhetjük. Ezeket az alakokat *Ceratopsidá*-knak nevezzük. (*Keras* görögül a. m. szarv, *oups* a. m. szem.)

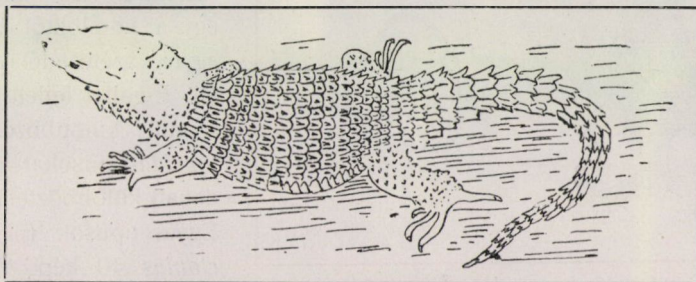
A *Ceratopsidá*-kból először az ez állatok szemüregé fölött álló szarvakat ismerték meg; eleinte *Bison*-maradványoknak tartották és ilyen néven is írták le ezeket a szarvakat. Csak jobb megtartású maradványokból tűnt ki, hogy ezek a szarvak nem marhaféléktől, hanem Dinosaurusoktól valók. A *Ceratopsidá*-k hosszúlábú, négylábon járó, aránylag rövidfarkú állatok voltak.

A *Scelidosaurus*-szerű *Thyreophorá*-k és a tulajdonképpeni *Ceratopsidá*-k összekötő kapcsának az *Ankylosaurus*-t tekinthetjük. Ez néhány,



38. kép. *Ankylosaurus* és foga. (Eredeti rekonstrukció.)

csupán töredékesen ismert alakkal együtt külön családot (*Nodosauridae*) képvisel. Az *Ankylosaurus* koponyáján felülnézetben (40. kép, a) jól látható, hogy a koponya lapos volt és hogy a páncél-födte koponyatető hátrafelé és oldalirányban tompa tövisbe ment át. Fogai sokban hasonlítanak a *Scelidosaurus*-éira, testét azonban, különösen lábait, alig ismerjük.

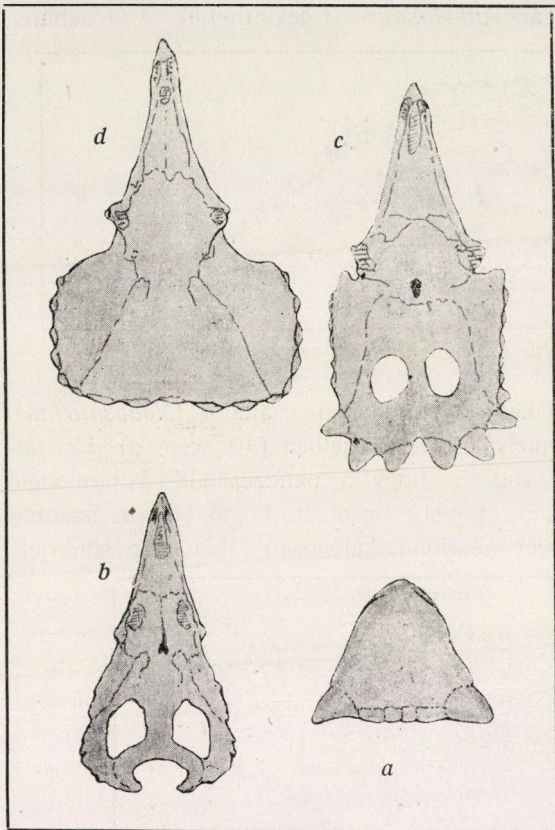


39. kép. *Zonurus*, élő gyík faj. (BREHM szerint.)

A rendkívül erősen fejlett lapoczká arra vall, hogy az elülső lábak erősek voltak s ezért az *Ankylosaurus*-t négylábúnak kell rekonstruálnunk (38. kép). A páncélból több darabot ismerünk. BROWN megfigyelései szerint a páncél több sorból állott és az egész testet körülbelül úgy borította be, a mint azt a *Scelidosaurus*-on láttuk. Az *Ankylosaurus* élő másai a krokod és a *Zonurus* nevű gyíkot (39. kép) tekinthetjük.

Mindezt össze mindössze két *Ankylosaurus*-szerű állatot ismerünk és ezeket is csak fogatékosan, úgy hogy életmódjukról keveset tudunk.

Az *Ankylosaurus* koponyájának felső széle hátul, ott, a hol a 40. képen a négyszögalakú pikkelyek jelezve vannak, hátra nyulik és élben végződik. Tegyük föl tehát, hogy az oldalsó szarvak megnőnek és akkor elképzelhetjük, hogy a hátsó szél is jobban hátrafelé megnyulik. Hirtelen növekedés esetén ez a megnyulás úgy mehet végbe, hogy a nyak felé növekedő csontlemezen nyílások maradnak. Ez a föltevés vezet az *Ankylosaurus*-tól a tulajdonképpeni *Ceratopsida*-khoz. *Leptoceratops* az eddig ismert legegyszerűbb *Ceratopsida*. Belőle azonban csak töredékeket ismerünk. Jobban ismert *Ceratopsida*-k a *Monoclonius*, *Triceratops* és az ezzel közel rokon alakok. A tulajdonképpeni *Ceratopsida*-k csontvázának legsajátságosabb része kétségtelenül a koponya. A *Triceratops* alakjáról jó képet ad 41. képünk. Feje ék alakúlag kihegyezett s szarvakat viselő arczból és egy a homloktól hátrafelé egyre szélesedő gallérból áll. E gallér fejlettségi foka szerint különböző *Ceratopsida*-típusokat (alcsaládokat) különböztetünk meg. Egyes típusok (pl. *Monoclonius*, 40. kép, b) gallérján, a mely különböző koponyacsontok összenövéséből keletkezett, a közepén



40. kép. *Ceratopsida*-koponyák; a = *Ankylosaurus*; b = *Monoclonius*; c = *Anchiceratops*; d = *Triceratops* koponyája felülről nézve.

két nagy, tojásalakú nyílást (fontanella) látunk, más alakok gallérján (*Anchiceratops*, 40. kép, c) ezek a nyílások lényegesen kisebbek, a *Triceratops*-on végül (40. kép, d) teljesen bezárultak.

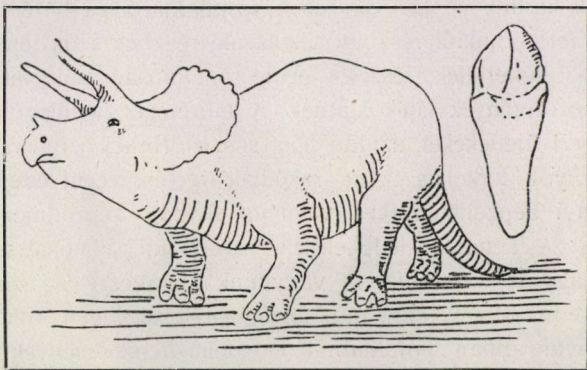
A *Ceratopsida*-k gallérjának szélén köröskörül csontokból összenőtt gyűrűt látunk. Ezek a csontok védték az *Ankylosaurus* nyakát.

A *Ceratopsida*-k szarvai fegyverül szolgáltak és abból a célból, hogy az állat ezt a fegyvert minden irányban használhassa, a koponya gömbalakú

izülettel kapcsolódott a nyakhoz. A szilárdságnak azt a hiányát, a mely ebből az izülésből következett, részben a nyakcsigolyák kölcsönös összenövése egyenlítette ki. Természetes, hogy a *Ceratopsidá*-k elülső lábai erősek, izmosak és alig voltak rövidebbek a hátsóknál, a könyökizület erősen kifelé irányult, a lábak pedig egymástól távol állottak, hogy ezáltal fokozzák a harczhoz nélkülözhetetlen szilárdanállást (stabilitas).

A kezdetlegesebb szervezetű *Ceratopsidá*-k szarva a szem fölött foglal helyet, a specializáltabb alakokon még az orron is van egy szarv. A szarv nagysága igen különböző, olykor igen tekintélyes. A nyak-gallér és a szarvak fejlettségi foka szerint különböző *Ceratopsida*-fajokat különböztethetünk meg, nagyon messze vezetne azonban, ha az egyes alakokat sorba tárgyalnánk. Fogazatukból következtetve a *Ceratopsidá*-k növényevők voltak.

A *Ceratopsidá*-kkal természetesen még koránt sincs kimerítve a *Dinosaurus*-típusok hosszú sora; úgy a *Saurischia*-k, mint az *Orthopoda*-k közül igen



41. kép. *Triceratops* és foga. (ABEL szerint.)

sokat csak töredékekből ismerünk. Ezeknek leírása azonban nem való egy áttekintés kereteibe. A töredékek jelentőségét mindazonáltal nem szabad kevésre becsülni. Ezeket gondosan össze kell gyűjteni és le is kell írni, mert idővel fontos adatokat szolgáltathatnak az egyes állatfajok földrajzi elterjedésének megismeréséhez. A név, a melylyel egy-egy töredéket megjelölnek, tulajdonképpen egyenértékű egy katalógus számával, de megvan az az előnye, hogy az egyes leírt darabokat a különféle gyűjteményekben könnyebben megtalálhatjuk. A töredékek neve persze megszűnik, ha egy ép példány valamely darabjával azonosnak bizonyul. Sok név kerül így ki a használatból. A *Struthiosaurus* különböző maradványait pl. 1871 óta *Struthiosaurus*, *Crataeomus*, *Danubiosaurus*, *Crocodilus*, *Pleuropeltus* és *Rhadinosaurus* néven írták le; valmennyi leírt darab összetartozása és így neveinek összevonása csak 40 évvel az első maradvány leírása után sikerült, Erdélyben gyűjtött maradványok alapján.

A legfontosabb *Dinosaurus*-típusok leírása után térjünk át már most a Dinosaurusok életmódjának, felvirágzásának és kihalásának ismertetésére.

Mindaddig, a míg megelégedtünk a Dinosaurusok csontjainak pusztá leírásával és hiányzó csontjaik rekonstruálásával, meglehetősen biztos alapon mozogtunk, ha azonban megkísérjük a csontokat húsba és bőrbe bur-

kolni, sőt magát az egész állatot képzeletünkben megeleveníteni, akkor már a föltevések birodalmába lépünk. A következő tárgyalások során figyelembe veendő, hogy következtetéseink egy része csak lehetőség, vagy vitatható föltevés, de nem elmélet.

Már magában véve minden mozgó *Dinosaur* izmainak a testmozgáshoz szükséges elhelyeződése csupa föltevés halmozásából áll. Az izom alakja egyfelől csak közvetve és csak részben rekonstruálható, másfelől azonban ne feledjük el azt sem, hogy élő állatoknak, a melyeknek csontjait és izmait pontosan ismerjük, pillanatfölvételein vagy egyéb módon ábrázolt képein mily nagy az eltérés a valóságos és látszólagos mozgás között. A különböző *Dinosaur*ok testalakjáról és bőréről már fentebb szólottunk. Életmódjukról részben alkotásuk, részben azon rétegek természete, a melyekből kikerültek, részben pedig a *Dinosaur*ok lelőhelyein megfigyelt egyéb körülmények tájékoztatnak. A lelőréteget illetőleg megkülönböztethetünk tengeri üledékeket, azután félig sósvízi (brackvizi) lerakódásokat, a melyek nagy folyók torkolata táján rakódtak le és végül édesvízi lerakódásokat, illetve tavi képződményeket, valamint sivatagi képződményeket.

Tengeri üledékekben szárazföldi állatokat természetesen csak tengeri kagylók társaságában várhatunk. Természetes azonban az is, hogy szárazföldi állatok nagyobb tömegben csak igen ritkán kerülnek a tengerbe. Gyakrabban fordulhatnak elő delta-képződményekben és még inkább édesvízi tavak vagy mocsarak lerakódásaiban. Minthogy a sivatagokon úgyis ritkák az állatok, fosszilis gerinces-maradványok is ritkák sivatagi képződményekben. A hol tömegesen találunk csontvázakat, ott katasztrófára gondolhatunk, egyes különböző rétegekben talált csontok azonban természetes úton kimult állattól erednek rendszerint. Az üledékek színe is fontos sok esetben. Sárga üledékek zavaros vízre, vagy nyirkos, hűvös éghajlatra vallanak, mert sárga színük vashidroxidból áll; a vörösszínű üledékek erős fényhatásra és nagy melegre utalnak, színük alapja ugyanis a vasoxid; zöldeskék és vörösesen pettyezetett agyag bomló szerves, rendszerint növényi termékek nagytömegű egykori létét árulja el. A vízben oldott humusz-sav a vasoxidot vasoxidullá redukálja, hasonló hatást fejtenek ki a bomló állati anyagok is. A *Dinosaur*-csontok rendszerint tarka, kék és vörös agyagokban fekszenek, mint a hogy a csontok általában többé-kevésbbé kékeszínű üledékekből ismeretesek; a vörös lerakódásokban ritkábbak a *Dinosaur*-maradványok. Az üledékek vörös színe rendszerint a szerves anyagok hiányára vall; ilyen hiány pedig észlelhető gyérnövényzetű vidékeken (sivatagok, steppek, karszterületek), azután a növényzet kihalásakor, a mi kiszáradáskor következhetik be; a vörös rétegek azonban abban az esetben is tartalmazhatnak csontot, ha a levegőn szintelenített csontokat vízáram magával sodort.

A Föld különböző Dinosaurus-lelőhelyein igen sokféle körülmények okozhatták a csontok felhalmozását.

A *Podokeosaurus* és a könnyű alakok, a melyek a connecticuti vörös homokkőben hagyták hátra lábnyomaikat, félsivatagon éltek. Ez a tény, melyet LULL fejtett ki bővebben, a vörös homokkő keletkezésének föltételeiből következik. Az említett rétegek helyenként és tartósan vízzel borított, gyérnövényzetű, száraz és forró éghajlatú területen keletkeztek, a mit a kőzetlapokon megmaradt száradás okozta hasadékok és esőcseppek lenyomatai bizonyítanak. A connecticuti homokkő-lerakódások nagy része a szél által odahordott homokból áll. A lábnyomok száradó talajon keletkeztek. Triász kori Dinosaurusok Németországból is nagy tömegben ismeretesek. Halberstadt közelében a Dinosaurus-csontok édesvízi kagylók társaságában szürkés-zöld és vöröses agyagból kerültek ki. JAEKEL ezt az anyagot egy nagy folyó deltájában lerakódott iszapüledéknek tartja. Szerinte a Dinosaurusok egy része ebben az iszapban ülve sülyedt el, egy másik részének hulláit vagy hulladarabjait pedig a víz hordta össze. A csontvázak megtartási állapotából kitűnik, mennyire voltak beágyazva az iszapba.

Angolország Wealden-rétegei, mint delta-képződmények, semmi felvilágosítást nem adnak a bennük talált szárazföldi állatok életmódjáról; abból a tényből azonban, hogy az *Iguanodon*-ok sokkal nagyobb számban vannak képviselve, mint a *Megalosaurus* és *Polacanthus*, következik, hogy az *Iguanodon*-ok könnyebben kerülhettek a folyóvízbe, mint a többi alak. Föl kell tehát tennünk, hogy az *Iguanodon* kevésbé irtózott a víztől, mint a *Megalosaurus* és a *Polacanthus*. A belgiumi Bernissartban huszonhárom *Iguanodon*-t találtak. Ez az *Iguanodon*-csorda bizonyára egy ismeretlen katasztrófának esett áldozatul. Észak-Amerikában a jurakori Dinosaurusok egykori nagy folyók árterületéről kerültek ki. A Dinosaurusokkal együtt talált vízi állatok nyilván az időnként kiszáradó árterület egykori mocsaraiban éltek.

A bőrlenyomatukkal együtt talált *Trachodontidá*-k egy nagy folyó homokos szigetein multak ki, ott a napon kiszáradtak és csak utólag kerültek a finom folyóvízi homokba. Egészen más körülmények között találták az afrikai Tendaguru-hegyi Dinosaurusokat. A Tendaguru-hegynek *Saurus*-okat tartalmazó rétegei a legsekélyebb víz lerakódásai, sőt az is lehetséges, hogy a tengerpart, a melyen ezek a lerakódások képződtek, apály idején tartósan szárazon maradt. A Tendaguru-hegyen talált vázrészek arra vallanak, hogy az állatok hulláit végleges berétegzésük előtt erős vízmosás szét tépte, az agyag azonban mindazonáltal, finomságából ítélve, a hullámveréstől védett lagunákban rakódott le. Mindezt csak viharos dagályok okozta ideiglenes vízmozgással magyarázhatjuk. A Tendaguru Dinosaurusait helyenként nagy tömegben találták, a mi gyakori

katasztrófákra vezethető vissza; vándorló csapatok, vagy magános állatok a szívós tengeri iszapban elsüllyedhettek, utólagos vízmozgás azután csontjaikat részben összezavarta. Az iszapba függőlegesen besüppedt lábsontokat gyakran találták meg eredeti helyzetükben. A Dinosaurusok életmódja szempontjából annyiban fontosak ezek a katasztrófák, a mennyiben kétségbevonhatatlanul bizonyítják, hogy ezek a szeszélyes talajra tévedt állatok nem ismerték a tengerpartot. Az okot, a mely őket a tengerpartra hajtotta, ma már nem állapíthatjuk meg.

Megint más következtetéseket vonhatunk le az erdélyi Dinosaurusok előfordulási viszonyaiból. Szentpéterfalván a Dinosaurus-maradványokat mocsári és tavi üledékekben találtam meg. Itt könnyű volt a mocsári és szárazföldi alakokat megkülönböztetni. Mocsári alakok az *Ornithopodidá*-k és a *Sauropodá*-k, szárazföldiek a *Thyreophorá*-k és *Megalosaurus*-ok. Ez a megkülönböztetés első pillanatban meglepő, azonban egész sor megfigyelésre és következtetésre van alapítva. Szentpéterfalván úgy öreg, mint fiatal *Ornithopoda*- és *Sauropoda*-példányokat találtam és ebből az következik, hogy ezek az állatok Szentpéterfalván állandóan éltek. A *Theropodá*-kat és *Thyreophorá*-kat azonban ugyanott csak néhány elszigetelt maradvány képviseli. Nem tekintve a Dinosaurus-maradványokat, Szentpéterfalva egykorú állatvilága mocsárlakókból (mocsári teknős, mocsári madarak, krokodilusok) áll, más repülő állat és gyík szintén csak egyes elszigetelt maradványokban ismeretes. A szentpéterfalvi üledék természete és színe arra vall, hogy az összes mocsári állatok sekély, sok bomló szerves anyagot tartalmazó, iszapos fenekű vízben éltek; mindez pedig mocsárra vall. A pánczélos *Thyreophorá*-k és *Theropodá*-k Szentpéterfalván idegenek voltak, a mi a fiatal példányok hiányából is következik; ez pedig az állatok szárazföldi életmódjára vall. A *Struthiosaurus* gyenge foga csekélyfokú rágó működésre, kicsiny szája tömör táplálékra, gyenge állkapcsa pedig arra vall, hogy a táplálék megfogásánál és szétharapásánál nem talált ellentállásra, az állat nehéz, a mozgást gátló pánczéljából pedig kitűnik, hogy zsákmánya meg sem kísérelte a menekülést. Mindezek az adatok együttvéve valószínűvé teszik, hogy a *Struthiosaurus* férgekkel és mászkáló rovarokkal táplálkozott, a mi szintén szárazföldi életre utal.

Azt, hogy a *Trachodon* növényevő volt, már föntebb kimutattuk. A *Titanosaurus* tápláléka még nem állapítható meg biztosan, a *Struthiosaurus*-nál alkalmazott módszerrel azonban következtethetünk erre is. A *Titanosaurus*-ok hatalmas karmai bizonyára nem ok nélkül fejlődtek ki, hanem állandóan használatban voltak; hegyes, de erős fogai inkább tépésre, mint rágásra vallanak. Figyelembe veendő az is, hogy a *Titanosaurus* mocsárlakó volt és mindez együttvéve arra vall, hogy valószínűleg a mocsári növények értékes gumóival és rhizomáival táplálkozott. Nagyon valószínűt-

len, hogy gyorsabb állatok után vetette volna magát. A *Brontosaurus* fogai erősebbek, a *Diplodocus*-éi gyengébbek a *Pleurocoelus*-énál; a *Brontosaurus* tehát nagyobb erővel téphetett, mint a *Diplodocus*. A táplálék tehát az első esetben ellentállóbb volt, mint a másodikban. Közelfekvő az a gondolat is, hogy a húsevő Dinosauruskok növényevő rokonaikat ették.

Különböző csonttani bélyegek, a melyekre ezen a helyen nem kívánok kitérni, azt bizonyítják, hogy az összes Dinosauruskok közös kétlábú ősből származtak le. Ennek a föltevéses *Dinosaurus*-ősnek rendszertani helye némileg vitás ugyan, de nagyon fontos, mert a szerint, hogy vajjon kezdetleges szervezetű Dinosaurusknak, vagy *Pseudosuchus*-nak, azaz egy más hüllőrendhez tartozó átmeneti alaknak tartjuk-e, módosul a *Dinosaurus*-fogalom is. Ha a Dinosauruskok őst a *Pseudosuchus*-okhoz tartozónak vesszük, és ha ilyen módon föl tesszük, hogy a Dinosauruskoknak nevezett állatok kettős eredetűek, abban az esetben könnyen nélkülözhetjük a *Dinosaurus* nevet és azt kell mondanunk, hogy a *Saurischia*-k és *Ornithopoda*-k a *Pseudosuchus*-októl származnak. Ha azonban a föltevéses őst kétlábúsága és nyakának függőleges tartása alapján a *Pseudosuchus*-októl különválasztjuk és *Dinosaurus*-nak nevezzük, akkor a *Saurischia*-kat és *Ornithopoda*-kat közös néven továbbra is Dinosauruskoknak kell neveznünk. A Dinosauruskoknak ez a föltevéses őse volt mindenesetre a madaraknak is az őse.

A *Dinosaurus*-ősben tehát olyan átmeneti alakkal van dolgunk, a melynek értelmezése már egyéni ízlés dolga. Az őse nevének vitatni meddő volna, meg kellett azonban említenünk, hogy a *Dinosaurus* név fenn tartásának vagy elejtésének ügyét megvilágítsuk.

A mi szempontunkból ez alkalommal lényegtelen, hogy milyen csoportba tartozó állat volt ez a föltevéses *Dinosaurus*-ős, fontosabb, hogy milyen volt. Nézetem szerint ez az őse *Chlamydosaurus*-alakú, de hosszúnyakú hüllő volt, feje merőlegesen illeszkedett a nyakhoz, térde előre és kifelé, nagy czombja tehát lefelé, kifelé és előre irányult, de rövidebb volt a láb-szárnál. Fogainak keresztmetszete valószínűleg tojásdadalakú lehetett, a fogak széle fűrészelt volt. Az állat bőrét nem páncél fedte, mint a *Pseudosuchus*-ok bőrét, hanem valószínűleg sokszögű táblaalakú pikkelyek borították. Mint-hogy a kétlábúság csak a sík földön való futás következtében fejlődhetet ki, ezt a föltevéses őst steppefutónak képzelhetjük el. A *Chlamydosaurus* és a többi ma élő, kétlábos futó gyík csak olyan vidéken élnek, a hol futásukat semmi sem akadályozza meg.

Föltevéses *Dinosaurus*-ősünk a vele közel rokon *Pseudosuchus*-okkal együtt bizonyára veszedelmes ellensége volt a kisebb és már végtagjai helyzete következtében otrombább *Theromorphá*-knak. Kétlábúsága és elülső végtagjainak szabad használhatósága valószínűleg sok előnyt biztosított

számára a *Pseudosuchus*-okkal szemben. Ez megmagyarázza egyben az okot is, hogy miért fejlődtek ki ebből az *Ős dinosaurus*-ból a tulajdonképpeni Dinosaurusok. A Dinosaurusok fokozatos megnagyobbodásának természetes következménye volt, hogy végül még a nagy *Stegocephala*-kat és *Theromorphá*-kat, a *Dicynodon*-okat, sőt még az oly hatalmas ragadozó-fogazattal fölfegyverzett *Naosaurus*-okat is elnyomhatták. Egyéb eseményekkel együtt ez okozta a régi paleozoi szárazföldi állatvilág letűnését és az újnak felvirágzását. Az, hogy a Dinosaurusok mozgékonyabb volta a régiebb, otrombább állatok kihalásában lényeges szerepet vitt, kétségtelennek látszik.

Azt, hogy a kezdetleges szervezetű *Ős dinosaurus*-ok miért differenciálódtak csakhamar *Saurischia*-kká és *Orthopoda*-kká, egyelőre csak igen merész föltevással magyarázhatjuk. A két csoport főleg a medencze alkotásában különbözik. A beleket megtámasztó medencze-elemek a *Saurischia*-knál egy előre és egy hátrafelé irányuló részre esnek, az *Orthopodák*-nál azonban, épp úgy, mint a madaraknál, két hátrafelé irányuló részként jelennek meg. Madárembriókon végzett vizsgálatokból tudjuk, hogy a madármedenczének ez a változása akként megy végbe, hogy a mellső medenczerész a fejlődés menetében hátrafelé fordul. Ezt a fordulatot rotációnak nevezzük. Ez a rotáció ok nélkül nem ment végbe és magyarázatát nagyon valószínűen abban kell keresnünk, hogy a belek súlya hátrafelé, vagyis a farktő felé helyeződött át.

Vegyük már most a *Dinosaurus*-ősök álló nyugalmi helyzetét közelebbről szemügyre. Az őst — a mint már említettem — *Chlamydosaurus*-szerű, de hosszú nyakú alaknak képzelem el. Ilyen állat súlypontjának nyugalmi helyzetben a térdizületre és a talpra kell esnie, mert ha előbbre esik, az állat orra bukik. Ha a test súlypontja különben is messze hátra esik, akkor a czomb rövid vagy erősen lefelé irányuló lehet, ha előbbre esik, akkor a czombnak vagy hosszabbnak kell lennie, vagy pedig jobban előre kell irányulnia. Ha már most a súlypont, a test elülső részeinek fejlettsége következtében, előre helyeződik, ennek ellensúlyozódnia kell, a mi különböző módon lehetséges. Vagy a czombnak kell alkalmazkodnia és pedig valószínűleg megnyulnia, vagy pedig az egész testnek a magasba kell emelkednie, a mi által a súlypont a maga régi helyére jut a nélkül, hogy a czomb megnyulna. Az ellensúlyozódásnak első módja növekedésen, a második azonban csak helyzetváltoztatáson alapszik, az utóbbi pedig könnyebb és gyorsabban el' is érhető az előbbinél. A test fölemelkedésével azonban a hasüregben elhelyezett belek súlypontja is elhelyeződik: közeledik a farkhoz.

Térjünk át már most a Dinosaurusok táplálkozására. Az *Orthopoda*-król tudjuk, hogy fejlődésük során növényevőkké alakultak, és hogy mint a madaraknál, ezeknél is kifejlődik ezenkívül a csőr. A triászkor kezdetleges

szervezetű *Orthopoda*-i, minthogy nem voltak vízi állatok, a növények sorából csupán mohokkal, harasztokkal, *Cycas*-félékkel és tűlevelűekkel táplálkozhattak. A ma élő növényevők mind e növényfélék mai képviselőit megvetik. Az elmúlt korokban egészen sajátos alakok éltek és így ha örökre titok marad is, hogy az első növényevő *Dinosaur* pontosan milyen növényfajokból élt, annyit azonban mégis tudunk, hogy a táplálék minősége minden állat bélcsövére lényeges hatással van. A növényevő hüllők és emlősállatok bélcsatornája hosszabb és bonyolódottabb szerkezetű, mint a húsevőké; a magevő madaraknál pedig a magok megpuhítására külön zúzat találunk. Minden merészség nélkül föltehetjük, hogy a kezdetleges szervezetű *Orthopoda*-k bélcsöve is módosult és így a bélcső meghosszabbodása következtében megnagyobbodott a test is, a mi viszont hatással volt a törzs súlypontjára. A kevésbé tömör táplálék fölvetelének ezen egyenes következményén kívül a súlypont helyzetére hatással volt a rágókészülék megnövekedése is.

Valószínűleg egyidejűleg más tényezők is közreműködtek abban, hogy a kezdetleges szervezetű *Orthopoda*-k súlypontja előre helyeződött, és mindezeknek a módosulatoknak következményeképp könnyen megérthetjük a test magasabb és merőlegesebb tartását. Arra is gondolhatunk, hogy a harasztok fiatal hajtásainak lerágására egyre magasabbra nyújtotta az állat fejét.

Így már könnyen megérthetjük, hogy az elülső medenczecsontok rotációja miként keletkezett, mert ez mindenesetre a belek súlypontjának új elhelyezkedésével függ össze. Ha a rotáció egyszer már megindult, csak igen nehezen akadhatott meg, mint minden fejlődés. A szarvasok agancsainak céltalan nagyranövéséhez hasonlóan, valószínűleg ez a rotáció is a célszerűségnél tovább haladt. Ezzel a megfontolással kapcsolatban megállapítom azt a tényt, hogy a *Trachodontida*-k medenczében a rotáció még tovább haladt, mint a *Camptosaurus*-én. A *Dinosaur*ok két főcsoportjának kialakulása ilyen módon megérthető a táplálék megváltozásából.

A mint a *Dinosaur*ok egykor a régi kontinenseket benépesítették, egyenrangú ellenségük nem akadt, uralmuk biztosítottnak látszott. A rettenetes *Megalosaurus*-nak a jurában sehol sem volt méltó ellenfele s ha ez a szörny megragadott egy körülbelül 36 tonnás, vagyis 36 000 kilogrammos *Sauropoda*-t, ennek védekezése alatt igazán rengett a föld. Ilyen harcban a legerősebb fák is fűvek módjára hajoltak meg. Észak-Amerikában talált behegedt *Sauropoda*-nyakcsigolyák sérüléseit csak ilyen titáni harcokból magyarázhatjuk.

Az összes kezdetleges szervezetű *Dinosaur*ok testének két lábra történt fölemelése jelentette a *Dinosaur*ok történetének első szakát, éppen úgy sok alaknak újra négylábra való ereszkedése jelentette a második szakot.

A madarak czombja mindvégig rövidebb marad, mint a lábszár, ezzel szemben az összes *Dinosaur*ok czombja a fejlődés során jelentékenyen megnyúlt. Ennek megértése céljából szólnunk kell a futó állatok lépésének hosszáról.

Ujjonjáró állatok — és bennünket ebben az esetben csak ezek érdekelnének — lépésének hossza a czomb, a lábszár és a lábközép alkotásától függ. Ha e csontok hossza nem változik, a lépés annál hosszabb, mennél inkább esnek ezek az elemek egy egyenesbe, mennél jobban hajlanak egymáshoz és mennél vízszintesebben áll a czomb, annál kisebb szerepe van a lépés hosszában. A rövid czombot gyakran ellensúlyozza hosszú lábszár és lábközép. A kétlábú állatok czombjának hosszát azonban, mint már említettük, a súlypont helyzete is módosítja, összefügg tehát a törzs hosszával is.

Az összes madarak czombja rövid, a mi összefüggésben áll a repüléshez szükséges rövid testtel, lábszáruk és különösen lábközépcsontjuk azonban hosszú. Egyetlen madár czombja sem hosszabb a lábszárnál. A czomb, hogy a súlypontot előrevigye és a minden lépésnél keletkező lökést ruganyosan felfogja, többé-kevésbé vízszintes helyzetű. Hasonló viszonyokat találunk a kezdetleges szervezetű *Ornithopodá*-kon és *Theropodá*-kon; a későbbi Dinosauruskok czombja fokozatosan hosszabb; a leg-hosszabb a czomb a négylábú alakokon. Ha a czomb meghosszabbodását kísérletnek fogjuk fel, a melynek célja a kétlábú testtartást a súlypont előrevándorlása ellenére is fenntartani, akkor könnyen megérthetjük a másodlagosan szerzett négylábú testtartást is. A *Thyreophorá*-k súlypont-megváltozásának okát a páncél megnövekedésében láttuk, a *Sauropodá*-knál a súlypont áthelyeződését a nyak meghosszabbodása okozta, a *Theropodá*-k és *Ornithopodá*-k czombjának megnyulását már nehezebben érthetjük meg. Lehet, hogy csak a koponya megnagyobbítása idézte elő.

Feltűnő és részben még nagyon homályos kérdés a Dinosauruskok kihalása a krétakor végén. Már magában véve az is kérdéses, hogy a Dinosauruskok mindenütt egyidejűleg haltak-e ki? Mindaddig, míg a Dinosauruskokat tartalmazó rétegeket mezozoi-korúaknak tartjuk, kihalásukat mindenütt egyidejűnek kell tekintenünk. Ha azonban a rétegek korát nem a Dinosauruskok, hanem más állatok alapján határozzuk meg, a kihalást is más és más korban bekövetkezettnek látjuk. Ebből a szempontból rendkívül fontosak LÓCZY L. szászsebesi leletei, a ki az úgynevezett alsó vörös agyagban a Dinosauruskok mellett *Foraminiferá*-kat talált, a melyek pedig kizárólag a terciér-korra jellemzők. Nincs ugyanis e leletek alapján kizárva, hogy Erdélyben a Dinosauruskok még a legalsó eocén-rétegek lerakódása idején is éltek és ebben az esetben a Dinosauruskok kihalása más és más időben következett be a különböző helyeken. A Dinosauruskok különben már az egész mezozoi-koron át fokozatosan kihalóban vannak. A triászkorra jellemző Dinosauruskok közül sok már a jurában kiveszett, a jurakoriak pedig a krétában pusztultak ki. Ezt a kihalást rendszerint egyszerűen úgy magyarázzák, hogy a faj továbbfejlődött, vagy hogy egyik a másik helyébe lépett, mindaddig azonban, míg az utód nem egyenes leszármazottja elődjének, addig az elődöt

tulajdonképpen kihaltnak kell minősítenünk. A pótlás a kihalástól mindössze abban különbözik, hogy az utód nem rokona az elődnek.

A felső triász kori, nehezen mozgó, *Gresslyosaurus*-szal rokon alakok kihalását úgy kell felfognunk, hogy a későbbi mozgékonyabb *Megalosaurus*-szerű alakok által kiszorítottak, a *Plateosaurus*-ok eltűnését úgy is magyarázhatjuk, hogy átalakultak *Sauropodák*-ká, hasonlóképpen az erdélyi és európai krétakori kistermetű Dinosaurusok eltűnését is így értelmezhetjük.

Földrészünk geológiai kutatása kiderítette, hogy Európa legnagyobb részét a felső krétakorban tenger borította. Ebből a tengerből csak itt-ott emelkedtek ki kicsiny szigetek, menedékkül szolgálva a Dinosaurusok számára. A felső kréta-kor középső részében a szigetek megnagyobbodtak, felső részében pedig újra kisebbek lettek. A felső kréta-kor elejéről sajnos, nem ismerünk Dinosaurusokat, a középső részéből azonban már több ismeretes. Angliában abban az időben 7—8 faj élt. A gosau-formatio szénrétegeinek korában két alak élt és mindkettőnek képviselőivel Anglia említett krétakori rétegeiben is találkozunk. A felső, tengeri krétakori rétegekből megint csak kevés Dinosaurus-maradvány ismeretes.

A krétakor végén Európában a tenger visszahúzódóban volt, az édesvízi tavak és mocsarak pedig megszáporodtak. A mocsári és tavi üledékekkel együtt terjednek a Dinosaurusokat magukba záró üledékek is. A felső krétakori mocsarakban lakó Dinosaurusok ismeretesek Dél-Franciaországból és Erdélyből, nemsokára valószínűleg Bulgáriából is ismerni fogunk ilyeneket.

Feltűnő ennek a felső krétakori állatvilágnak az egyhangúsága. Míg Európában rövid idő előtt is még 14 nagy állat élt (medve, farkas, róka, hiúz, borz, vidra, szarvas, őz, zerge, kecske, marha, juh, bölény), addig a krétakorban ugyanezen a területen mindössze hat nagy állat élt, még pedig két növényevő (*Orthomerus* és *Rhabdodon*), három mindentevő (*Titanosaurus*, *Struthiosaurus* és még egy *Thyreophora*) és egy szárazföldi ragadozó (*Megalosaurus*), a melyek mindkét lelőhelyen megvannak. Már ez a kicsiny fajszám is megnehezítette az állatvilág alkalmazkodásának lehetőségét az új éghajlati viszonyokhoz. Még inkább csökkent az állatok alkalmazkodásának lehetősége az állatoknak a felső krétakorban szigetekre történt elszigetelésével és ennek következményeivel. A Jura- és Wealden-időszakok sok állatát óriás voltuk jellemzi, elég, ha a *Megalosaurus*-ra, *Ornithopsis*-ra, *Cetiosaurus*-ra, *Iguanodon*-ra és *Omosaurus*-ra utalok. Anglia Cambridge-Greensand rétegeiből, vagyis felső krétájának középső részéből kis alakok mellett még egy nagy *Sauropodá*-t, nevezetesen egy *Macrosaurus*-t is ismerünk Európa többi fiatalabb krétalerakodásaiból, azonban a nagy alakok csaknem teljesen hiányoznak. A *Titanosaurus* legnagyobb példányai alig 6 méter hosszúak voltak. Törpe állatfajokat sokszor éppen a szí-

getlakó alakok között találunk. Ezek pedig táplálékszüke és a szaporodás megzavarása következtében jönnek létre. DARWIN a jelenkorból több példát sorol fel, a melyekben pusztán a megváltozott életföltételek hatással voltak a szaporodásra, olykor határozottan hátrányosan. Már pedig Európa összes felső krétakori Dinosaurusi az idősebb alakokhoz viszonyítva, törpéknek nevezhetők s így világos, hogy kihalásukhoz ez a körülmény is lényegesen hozzájárult.

Sok Dinosaur (pl. a *Stegosaurus*-ok és a nagy *Sauropodá*-k) kihalását azonban nem érthetjük meg egyszerű analógia alapján. Külső körülmények helyett ezeknek az állatoknak kihalásában a növekedésükkel összefüggő jelenségeknek, tehát fiziológiai változásoknak volt fontos szerepük.

Az utolsó két évtizednek egy orvosi fölfedezése világítja meg ezt az ügyet. E fölfedezés szerint az emlősöknél és az embernél a növekedést az agyvelő alapján levő agyfüggelék (hypophysis) szabályozza. Ennek túlságos működése (hiperfunkciója) megakadályozza a csontosodás lezárását és fiatal embereknél az ú. n. „óriások” fejlődésére vezet. Idősebb embereken az óriásnövés helyett az akromegáliának nevezett betegség keletkezik az említett esetben.

Az akromegalia olykor át is öröklődik és ez igen fontos. Az agyfüggelék szertelen működése abból ismerhető föl, hogy a koponya alsó oldalán levő csontgödör, a melyben az agyfüggelék helyet foglal, megnagyobbodik. Az óriásnövéssel és az akromegáliával együtt jár a nemi ösztön csökkenése, az esetleges betegségek ellen csökkent ellentállás és a végtagok hiányos elcsontosodása. Úgy az agyfüggelék-gödör megnagyobbodását, mint pedig a végtagok hiányos elcsontosodását megtaláljuk az összes óriás *Sauropodá*-kon, az utóbbit pedig a *Stegosaurus* czombján is.

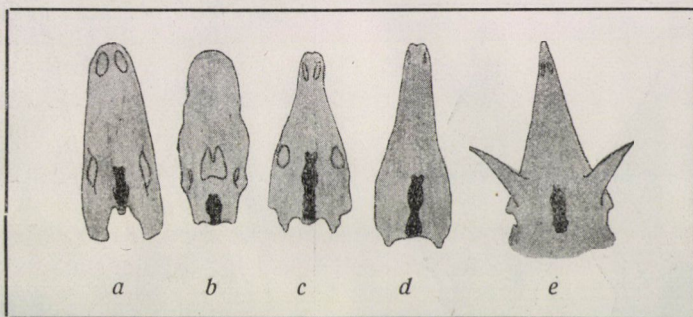
E jelenségek részleteit más helyen bőven kifejtettem, ezen a helyen elég, ha a *Sauropodá*-k kóros voltát hangsúlyozom. Nyilvánvaló, hogy a *Sauropodá*-k kihalásának okát ebben a kóros tünetben kell keresnünk, sőt az *Iguanodon*-ok kihalásában is hasonló jelenségeket vehetünk észre.

A Dinosaurusok kihalása ezek szerint egészben véve nem katasztrófászerűleg, hanem lassan következett be, hosszú időn át ható különböző tényezők következtében. Idővel hasonló összefüggést fogunk találni a *Ceratopsidá*-k kihalása és az értelmesebb, mozgékonyabb, melegvérű emlősállatok megjelenése között, mint a milyent a Dinosaurusok megjelenése és a *Theromorphá*-k kihalása között találtunk, ma azonban ezt az összefüggést még csak sejtethetjük, mert az Emlősök átmenet nélkül jelentek meg. Alapul szolgálhat e föltevésre az agyvelő alakja.

A 42. képen néhány Dinosaurus-koponyát állítottam össze, a melyeken az agyüreg körvonalait feketére festettem. Valamennyi koponya felülnézet-

ben van ábrázolva és hogy a rajzokon tájékozódhassunk, fel vannak tüntetve a szem- és ornyílások is. A 42. kép *a* rajzán a 14. képen oldalnézetben bemutatott *Ceratosaurus*-koponyát látjuk, a *b* rajz a 22. képen oldalnézetben ábrázolt *Diplodocus* koponyáját, a *c* rajz a *Camptosaurus*, *d* a *Stegosaurus*, *e* pedig a *Triceratops* koponyáját mutatja be. A *d* rajzon a szemüreget a koponya széles belseje elborítja felülnézetben, a *Triceratops* koponyáról (*e*) elhagytam a nyak gallérját. Mindezek az alakokon az agyüreg csőalakú, elől az agyvelő a legtöbb esetben a szemekig nyulik.

Ha már most a szemnyílások helyzetéből megítélhető agyvelőhosszúságot összehasonlítjuk az ebben a tanulmányban közölt rekonstrukciókkal, azt látjuk, hogy az agyvelő hossza a húsevő *Theropodá*-knál átlag a törzs hosszának tizenötödrésze, tizenegyedrésze alá sohasem süllyed, kilencedrésze pedig csak egyetlenegy esetben; az *Ornithopodá*-knál átlag ugyanannyi,



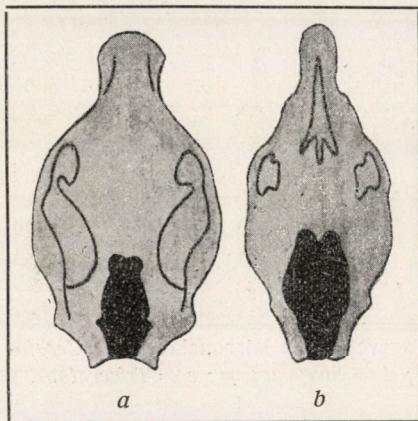
42. kép. Néhány *Dinosaurus* koponyájának és agyvelejének körvonalai; *a* = *Ceratosaurus*; *b* = *Diplodocus*; *c* = *Camptosaurus*; *d* = *Stegosaurus*; *e* = *Triceratops*.

mint a *Theropodá*-knál, a *Sauropodá*-knál azonban egy negyvenkettede, a *Thyreophorá*-knál pedig az arányszám $\frac{1}{24}$ (*Scelidosaurus*) és $\frac{1}{54}$ (*Stegosaurus*) között ingadozik. A *Thyreophorá*-knál az átlagos arányszám $\frac{1}{35}$. Látjuk tehát, hogy az agyvelő azoknál a *Dinosaurus*oknál, a melyek újra négy lábúak lettek, messze elmaradt a test fejlettsége mögött. Ez már arra vall, hogy a *Dinosaurus*ok agyveleje rendkívül kicsiny volt.

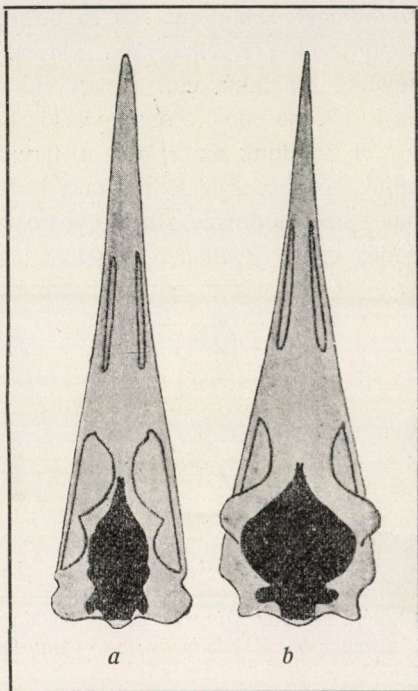
Ha most a *Dinosaurus*ok agyvelejét az emlősökével és madarakéval hasonlítjuk össze, feltűnő különbségeket találunk. A melegvérű állat agyveleje minden esetben lényegesen nagyobb, ezenkívül azonban még egy változás szembe tűnik. Az emlősöknél és a madaraknál egyaránt a terciér-kor folyamán az agyvelő egyre növekedett. A 43a. kép egy óterciér emlős (*Limnohyus*), a 44a. kép pedig egy felső krétakori madár (*Hesperornis*) agyvelejét ábrázolja. Egybevetve ezeket a rajzokat a jelenkori állatokéval (43b. kép *Tapir*, 44b. kép *Colymbus*), állításunk valóságosága igazolva van. Az emlős és a madár nagyobb agyveleje valószínűleg kapcsolatos a vér magasabb hőfokával, bizonyos azonban, hogy az Emlősök számára — a *Dinosaurus*okkal szem-

ben — előnyös volt. Azt, hogy az emlősök előnyüket hogyan használták ki a Dinosaurusokkal szemben, ma még nem tudjuk. Néhány amerikai paleontológus meg merete kockáztatni azt a föltevést, hogy a terciár előtt élt emlősök a Dinosaurus-tojásokat ették volna, mások szerint a menyét-szerű emlősök rémei voltak a Dinosaurus-óriásoknak. Mindaddig azonban, míg a Dinosauruok szaporodásáról semmi biztosat nem tudunk, kérdéses marad mind a két előbb említett föltevés.

A Dinosaurusok tanulmányozói előtt tehát még sok megfajtott problémá áll. Gondoljuk meg azonban, hogy mindazt, a mit a Dinosaurusok



43. kép. Emlősök koponyájának és agy-velejének körvonalai; a = *Limnohyus*; b = tapir.



44. kép. Madarak koponyájának és agy-velejének körvonalai; a = *Hesperornis*; b = *Colymbus*.

életéről és életmódjáról tudunk és a mi nem is oly kevés már, többé-kevésbé töredékes csontok tanulmányozásából merítettük. És hogy ez lehetséges, ez talán a legjobb győzelme a CUVIER által megalapozott, DARWIN és DOLLO által kidolgozott módszernek, a mely minden állat testét egységes egésznek tekinti.

Dr. báró Nopcsa Ferencz.

A gözü vagy mezei egér térfoglalása hazánkban.

PETÉNYI SALAMON JÁNOS 1841-ben egyik mintaszerű monografiájában félreismerhetetlenül és a legnagyobb részletességgel leírta a gözüt (*Mus spicilegus* PETÉNYI) szokásait és életmódját is aprólékosan ismertette. Ezt a dolgozatot PETÉNYI-nek más hazai emlősökre vonatkozó kézirataival együtt DR. CHYZER KORNÉL rendezte sajtó alá és „Reliquiae Petényianae” címen a Természettudományi Füzetek ötödik, 1881. évi kötetének 114–142. lapjain tette közzé.

Ezután legelőször 1902-ben szerepel a gözü a magyar irodalomban, midőn BREHM ALFRÉD „Az állatok világa” (Tierleben) című műve magyar kiadásában a II. kötet 504–508. lapjain DR. MÉHELY LAJOS foglalkozik vele „*Mus Wagneri*, EVERS. M.” néven, tehát a PETÉNYI-féle *Mus spicilegus* nevet MÉHELY szinonimnak tekinti.

A kérdést végérvényesen GERRIT S. MILLER tisztázza, midőn 1912-ben „Catalogue of the Mammals of Western Europe (Europe exclusive of Russia) in the Collection of the British Museum” című művének 878. lapján a *Mus spicilegus* PETÉNYI nevet visszaállítja. MILLER önálló fajnak tekinti a mezei egeret, elannyira, hogy ennek három alfaját különbözteti meg *Mus spicilegus spicilegus* PETÉNYI, *Mus spicilegus hispanicus* MILLER és *Mus spicilegus lusitanicus* MILLER néven.

MILLER szerint a *Mus spicilegus* faj földrajzi elterjedése Kelet- és Dél-Európa, nyugat felé Portugáliáig, Magyarország és Svédország. A három alfaj közül a *M. s. spicilegus* tipikus lelőhelye Magyarország; elterjedése Kelet- és Közép-Európa a Balkánfélsziget északi részétől a Balti partokig, nyugat felé Svédországig. A *M. s. hispanicus* tipikus lelőhelye Silos, Burgos tartomány, Spanyolország; elterjedése Dél- és Közép-Spanyolország. A *M. s. lusitanicus* tipikus lelőhelye Cintra, Portugália; elterjedése a tipikus lelőhely szomszédsága.

MILLER-nek a gözü megvizsgálásához Magyarországból a British Museum tu-

lajdonában lévő öt csallóköz-somorjai, két hátszegi és két pestvármegyei példány állott rendelkezésére.

A MILLER-féle leírás oly kitűnő, hogy ennek alapján a *Mus spicilegus* fajt minden más egértől könnyen és a legnagyobb biztossággal meg lehet különböztetni. Csak abban az egyben téved MILLER, hogy szerinte a mezei egerek „szigorúan mezei állatok”, „sohasem laknak városokban” és csak „ritkán lépnek házakba”, holott ennek az ellenkezője az igaz.

A *Mus wagneri* eredeti leírásában (Bull. Nat. Mosc., 1848, I, p. 191, pl. I, fig. 2) EVERSMAHN kiemeli, hogy ez a faj színre az erdei egér (*Apodemus sylvaticus* L.) sötét példányaihoz legközelebb áll, de körülbelül négyszerte kisebb ennél, sőt még a törpe egérnél (*Micromys minutus* PALL.) is kisebb, tehát a legkisebb emlősök egyike, tehát ezért sem lehet a *M. spicilegus* PETÉNYI fajjal azonos. Ezenkívül EVERSMAHN szerint a *M. wagneri* farkának körülbelül 130 pikkelygyűrűje van, míg a *M. spicilegus*-ra PETÉNYI szerint 170 jellemző. Azokat a példányokat, a melyekre EVERSMAHN az eredeti leírást alapította, WAGNER tanár 1847-ben az alsó Volga és az Ural folyó között gyűjtötte. A *M. spicilegus* végül azért sem lehet a *M. wagneri*-vel azonos, mert e két faj földrajzi elterjedése is élesen el van határolva egymástól. A *M. wagneri* földrajzi elterjedése DR. TROUESSART E. L. szerint (Catalogus Mammalium, vol. I, 488. lap, 1898–1899) Dél-Oroszország, Türkisztán, Dzsungária, Tjansan, Nyugat-Kína, Mongolia. MILLER éppen ezért meg sem említi a *M. wagneri*-t idézett művében a „nyugat-európai emlősök között.

A *M. spicilegus* ismertető jeleit és szokásait az idézett művek oly kimerítően tárgyalják, hogy ismertetésükkel ismétlésekbe kellene bocsátkoznom. Éppen ezért e helyett csupán azokat a legszembeötlőbb különbségeket emelem

ki, melyeket a mezei egér (*Mus spicilegus*), házi egér (*M. musculus*) és az erdei egér (*Apodemus sylvaticus*) eleven példányain megfigyeltem, s melyek alapján e három faj első pillanatra, futtában is, teljes biztossággal megkülönböztethető.

A *M. spicilegus* kisebb, az *A. sylvaticus* nagyobb, mint a *M. musculus*. A *M. spicilegus* farka valamivel rövidebb, mint a fej és test, míg az *A. sylvaticus* és a *M. musculus* farka mintegy olyan hosszú, vagy kevéssel hosszabb, mint a fej és test; az *A. sylvaticus* farka e mellett feltűnően vékony és a farkát bevonó bőr is oly vékony és érzékeny, hogy rendszerint, még a szabad természetben megfigyelhető példányok farkán is, többé-kevésbé meg van sérülve. A házi egér általában, felül és alul egyforma szürke, tehát egyszínű; szín dolgában a mezei és az erdei egér nagyjában egymáshoz hasonló és a házi egértől különböző; a két utóbbi faj teste általában sárgás vagy vörhenyes árnyalatú szürke, és az a fő ismertető jelük, hogy az egész hasoldaluk világos, némi sárgás vagy szennyes árnyalatú fehér, néha csaknem tiszta fehér; míg tehát a házi egér egészben véve sötét egyszínű, addig a gözü és az erdei egér felül sötét és alul világos színű s a két utóbbi faj világos hasoldala a test sötét felső részétől meglehetősen élesen el van határolva. A házi egér fejének homlok-orrhát-vonala nagyjában egyenes, míg az erdei, és különösen a mezei egéré észrevehetően ívelt. A szemek nagyságában, alakjában és kifejezésében is nagyok a különbségek e három faj között. A házi egér szemei aránylag a legkisebbek, legmélyebben fekvők, pislogók, rendszerint félig lehunytak s így némileg szögletesek és álmos tekintetűek; a gözü szemei lényegesen nagyobbak, gömbölyűek, kidülledtek és élénk tekintetűek; az erdei egér szemei feltűnően nagyok, gömbölyűek, kiállóak és tüzesek. A házi egér végül aránylag a leggyámoltalanabb valamennyi között; a mezei egér sokkal fürgébb, ügyesebb, míg az erdei egér szilajsága csaknem határtalan.

1915 őszén MENDEL-féle keresztezési kísérleteimhez vad szürke egerekre volt szükségem, ezért rákosi lakásom pinczéjében néhány egérfogót helyeztem el. Néhány nap múlva egy nőstény egér fogódzott meg, melyet PETÉNYI és MÜLLER művei alapján *Mus spicilegus* PETÉNYI fajnak határoztam meg; e példány bőrét és koponyáját 2832. l. sz. a. a Nemzeti Múzeum emlős-gyűjteményébe kebeleztem be. Minthogy több egeret nem tudtam fogni és hím példányokra volt szükségem, kerti napszámosomat bízta meg, hogy az ő lakásában próbálkozzék. Másnapra négy hímet hozott, a melyek valamennyien a *M. spicilegus* fajhoz tartozóknak bizonyultak. Ezután még számos egeret szereztem Rákos vidékéről, a melyek között egyetlen *M. musculus* sem volt, holott valamennyi a házakban fogódzott. Minthogy az a szükség, hogy „valódi“ házi egeret szerezsek, nem szűnt meg, az ország legkülönbözőbb részeiből igyekeztem ilyenek jutni, de a kapott és látott egerek kivétel nélkül mind gözüeknek bizonyultak. Ezek után kételkedem, van-e egyáltalában „valódi“ házi egér (*M. musculus*) ez idő szerint Magyarországon?

Legutóbb DR. KRAUSSE ANTAL, az eberswaldei kir. erdészeti akadémia zoológiai laboratóriumának tanára 1916 évi november és 1917 évi januárius hó között három levelet intézet DR. HORVÁTH GÉZÁHOZ, a Magyar Nemzeti Múzeum Állattári Osztályának igazgatójához, melyekből a következőket emelem ki: KRAUSSE egy eberswaldei egérben a *Mus spicilegus* képviselőjét gyanította, miért is a Magyar Nemzeti Múzeumból összehasonlító anyagot kért, megjegyezvén, hogy a *M. spicilegus* németországi előfordulását eddig csak két megfigyelés igazolja. DR. HORVÁTH igazgató erre a múzeum pinczéjében 6 darab egeret fogatott, melyek természetesen valamennyien *M. spicilegus*-oknak bizonyultak, s ezeket azzal a kéréssel küldötte el DR. KRAUSSE-nak, hogy ezek helyett „valódi“ házi egereket (*M. musculus*) küldjön cserébe. DR.

KRAUSSE azt közölte válaszában, hogy a *Mus musculus*-t Eberswaldeban az *Apodemus sylvaticus* teljesen kiszorította, miért is Tübingiából fog cserepéldányokat szerezni és legközelebb azt tudatta, hogy Eberswaldeban, a házakban, csak a *Mus spicilegus* PETÉNYI faj képviselőit találta.

DR. KRAUSSE azon állításával, hogy a gözü-egeret Németországban eddig csak kétszer figyelték meg, szembe kell állítanom azt a körülményt, hogy MILLER idézett művében általa megvizsgált és az Egyesült-Államok nemzeti múzeumának tulajdonában levő 17 példányra hivatkozik, melyek Königsbergből nyugatra, a Balti tengerpartról, tehát Kelet-Poroszországból származnak.

DR. KRAUSSE azon állítása viszont, hogy legalább egyes helyeken, a házi egeret az erdei egér kiszorítja, annál is valószínűbbnek látszik, mert Aradhegyalján nemcsak azt tapasztaltam, hogy az erdei egér a házikert mogorótermését az utolsó szemig elpusztította, hanem a borpinczében is naponta találtam vén és fiatal példányokat, melyek a must erjedésekor keletkezett széndioxidtól megfulladva, a pincze fenekén élettelenül heverték.

Keresztezési kísérleteim folyamán kivétel nélkül minden esetben azt tapasztaltam, hogy a *M. spicilegus* jellegei tökéletesen uralkodnak (dominálnak) a házi egér összes varietásai (szürke, albino, fekete, barna, tarka stb.) fölött. A keresztezési ivadékok kivétel nélkül a mezei egerekhez hasonlítanak s a félvérkorcsok a tisztavérűektől alig, vagy egyáltalában nem különböztethetők meg. Ez a jelen-

ség, mint azt egy általános örökléstani dolgozatomban, mely az Annales Hist. Nat. Musei Nat. Hungarici 1917. évfolyamában jelent meg, kimutattam, azt bizonyítja, hogy a *Mus musculus* egyenesen a *Mus spicilegus*-tól származik, illetőleg előbbi az utóbbinak alkalmazkodás által önálló faj fokára emelkedett származéka.

Nincs módomban eldönteni azt, hogy vajjon régente is a *M. spicilegus* volt-e az uralkodó egérfaj Magyarországon s hogy a *M. musculus* mindenkor ritkaságszámba ment-e, illetőleg, hogy mielőtt PETÉNYI ezt az ügyet tisztázta, a közöttük levő különbség ismeretlen lett volna. Sokkal valószínűbb azonban, hogy a mezei egér mindenütt a házi egér rovására terjed s a házakba is benyomulván, elnyomja az erdei egér által is szorongatott házi egeret. Ehhez járul még az a kísérleteim által megállapított tény is, hogy a gözü-egér jellegei tökéletesen dominálnak a házi egér jellegei fölött, s így előbbi faj az utóbbit abszorbeálja is. Ez a jelenség mindenesetre a házi és vándorpatkány esetét juttatja eszünkbe, vagyis azt a közismert tényt, hogy a 18. században betelepedett vándorpatkány az azelőtt nálunk általánosan elterjedt házi patkányt egyes elszigetelt pontok kivételével mindenütt kiszorította.

Keresztezési kísérleteim sorába legközelebb az *Apodemus sylvaticus* fajt is be fogom vonni azon vérrokonsági kapcsolatok és származási viszonyok eldöntésére, melyek egyrészt az erdei, másrészt a gözü és házi egér között fennállanak.

Dr. Fényes Dezső.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

I. AZ ÁLLATTAN KÖRÉBŐL.

A gorilla új változata. A gorilla koponyájának és fogzatának alkotása, továbbá szőrözetének színe és mineműsége

angol zoológus, a gorillák egyik legalaposabb ismerője, azonban csak két gorillaféleséget ismer el önálló fajnak. Ezek



1. kép. A hegyi gorilla (*Gorilla beringei* Mtsch.). A természetes nagyság $\frac{1}{15}$ része. Fölfedezőjének, BERINGÉ svéd kapitánynak fotográfiája szerint.

alapján *Gorilla diehli, jacobi, graueri, hansmeyerii, zenkeri, castaneiceps* stb. néven egész sereg gorillafajt irtak le. ELLIOT

egyike a közönséges vagy gabuni gorilla (*Gorilla gorilla* WYMAN), másika a hegyi gorilla (*Gorilla beringei* Mtsch.), mely a gorilla földrajzi elterjedésének legkeletibb pontján, a Kiwu-tótól északra fekvő vulkáni hegyvidéken honos. A hegyi gorillának első példányát (1. kép) BERINGÉ kapitány a Kirunga hegyen 3000 m magasságban ejtette el és 1903-ban küldte meg a berlini múzeumnak, egy másik példányát pedig 1914-ben a Tanganyikától nyugatra Boho-ban lőtték. LÖNNBERG EINAR svéd zoológus most arról ad hírt, hogy ARRHENIUS ELIAS svéd kapitány kongói utazása alkalmával a nem régen fölfedezett hegyi gorillának teljesen új alfajához jutott hozzá. Az új gorillaféleséget, melyet ARRHENIUS több példányban hozott haza Svédországba, LÖNNBERG alapos tanulmányozás eredményeként *Gorilla beringei mikenensis* néven vezeti be a tudományba.

Az új gorilla változatra jellemző hosszúszörű fekete bundája, a többi gorillaféleségeknél jóval nagyobb koponyája (hossza 276 mm), nagyobb és szélesebb nyaktájéka, eltérő alakú orrcsontja, különösen hajló járomive és hosszabb szájpadrása, mely az összes

eddig ismert gorillaféleségeknél jóval hosszabb (137 mm). A fiatalok és a nőtények egészen szénfeketesínűek. A

fiatalokra jellemző, hogy a fiatal csimpánzokhoz hasonlóan, végbélnyílásuk körül fehér foltjuk van. Az öreg hímek felütően különböznek a fiataloktól és a nőstényektől, a mennyiben hátukat rövidebb szőrökből álló, széles, szürkeshínű harántöv tarkítja. Ez a harántöv a lapockákról az elülső végtag hátoldalára is áthúzódik és egyik ága lehúzódik a czomb tájékára is. Az arczon kívül a hímeknek a melltájéka is csupasz s ezért a hatalmas izmok jól láthatók, mi azután ezt az új gorillaféleséget ijesztő és vad külsejűvé teszi.

Az új gorillaféleség ARRHENIUS kapitány tapasztalatai szerint Nyugat-Afrikában, a Kirunga ya Sabinyo vulkánon nagy számban, társaságban, de legfőljebb 30 főből álló csapatokban él. Rendkívül félénk és főleg az olyan elhagyott, magasan fekvő, bambuszszal sűrűn benőtt helyeket kedveli, melyekre ember ritkán téved. Egy helyen legfőljebb egy hónapig tartózkodik, melynek elteltével vándorútra kél és új bambuszos területeket keres föl. A bambuszok fiatal hajtásaival táplálkozik, ezért a bambuszok sűrűjében készíti kisebb puhább galyakból hevenyészett alvó helyét. Az embert nem támadja meg, ha azonban ingerlik vagy megsebesítik, vitézül helyt áll és sűrűn osztott harapásokkal igyekszik támadóját legyűrni. A bennszülött négerék bőrért vadászzák, melybe különböző terményeket csomagolnak. Húsát sehol sem eszik. Hazájában „ingagi” néven ismeretes. *Dr. Gorka Sándor.*

Kakuk-öszönű madarak. A *Molothrus*-nembe tartozó amerikai gulyamadarakról régóta ismeretes, hogy a mi kakukunkhoz hasonlóan szintén idegen madarakra bizzák fiókaik fölnevelését. E sajátságos jelenség annak a következménye, hogy a gulyamadarak eredetileg kizárólag azokkal a rovarokkal táplálkoztak, melyek az amerikai ló- és szarvasmarhacsordák bőrén élőködnek. A legelő csordák természetesen folytonosan egyik helyről a másikra voltak kénytelenek vándorolni s így a gulyamadarak is, ha táplálékuk főforrásától

nem akartak megválni, kénytelenek voltak velők tartani; az örökös vándorlás lehetetlenné teszi az állandó fészekrakást, a fiókák rendes kiköltését s arra kényszerítette a madarakat, hogy mások fészkébe lopva betojásaikat, idegenekre bizzák a kiköltést és fiókaik fölnevelését. A legelő állatok életmódjához való sajátságos alkalmazkodás fejlesztette ki tehát a gulyamadarnál az élőködésnek most említett sajátságos alakját, mely sok gulyamadárfajnál a szabadon ide-odavándorló amerikai nagy ló- és szarvasmarhacsordák kipusztulása után is megmaradt. Ma sok gulyamadárfaj már csupán magvakkal táplálkozik, kakuk-szokását azonban továbbra is megtartotta s MILLER L. E. újabb vizsgálatai szerint a kakuk-öszönűhöz való csökönyös ragaszkodás fogja a gulyamadarak több fajának kipusztulását eredményezni.

MILLER L. E. megfigyelései¹ szerint Bolíviában és Argentínában a *Molothrus*-nembe tartozó gulyamadarak (*M. bonariensis* és *M. badius*) tojásaikat különböző pintyek fészkébe csempézik, legnagyobb számban azonban a fazekasmadár (*Furnarius*) fészkébe lopják be tojásaikat. A fazekasmadár mihelyt észreveszi a becsempészett tojásokat, rögtön otthagyja fészket s a szó betű szerinti értelmében befalazza az idegen tojásokat, a mennyiben abból az anyagból, melyből fészket készíteni szokta, vízszintes falat húz a tojások fölé. Később a fazekasmadár újból elfoglalja régi fészket s ha újból gulyamadártójas kerül a fészekbe, az előbbi folyamat ismétlődik s a fazekasmadár újabb vízszintes falat húz a becsempészett tojások fölé. MILLER sok fazekasmadárfészekben 6 és 36 között váltakozó számban talált gulyamadártójaszt, melyek befalazva és elpusztulva egymás fölött pihentek a fészekben. Természetesen a fazekasmadár ébersége és a gulyamadarak leküzdhetetlen ragaszkodása a fazekasmadarak fészkéhez nagy pusztítást okoz a gulyamadarak sorában

¹ Bulletin of the American Museum of Natural History, 37. kötet; Nature, 1917. évf., 100 köt., 293. lap.

és meggyéríti a fazekasmadarak számát is, mert a fészekbitorlókkal együtt a fészek jogos tulajdonosai közül is sok elpusztul. MILLER adatai szerint Bolíviában és Argentínában ma már az említett két gulyamadárfaj igen ritka.

Dr. Gorka Sándor.

A széles galandféreg fejlődésmenete.
Az emberben élősködő s 2—8—9, sőt 20 méter hosszúra is megnövő széles galandféregről (*Dibothriocephalus latus*) BRAUN MIKSA königsbergi egyetemi tanár vizsgálatai alapján 1882 óta tudjuk, hogy lárvája a halakban él. Az azonban eddig teljesen ismeretlen volt, hogy a lárvá hogyan kerül a halakba, mert a peteburokból kijutó lárvákkal sohasem sikerült halakat fertőzni. A rejtélyes ügyet nem régen ZANICKI CONSTANTIN és ROSEN FÉLIX világították meg. Ők meggyőző kísérletekkel megállapították, hogy az érett ízekkel kiürülő széles galandféregpetékből kibújó fiatal lárvá (oncosphaera) először kis édesvízi rákocskákba hatol be s ezekkel a fertőzött rákocskákkal jut be táplálkozás alkalmával a halak testébe.

ZANICKI és ROSEN vizsgálataikat¹ a Zürichi- és Neuchâteli-tó környékén haj-

¹ ZANICKI et ROSEN, Le cycle évolutif du *Dibothriocephalus latus*; Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles, 42. kötet, 1917.

tották végre. Itt a széles galandféreg oly gyakori, hogy ZAESLIN szerint helyenként a lakosság 10—20%-a is galandférges. Pontos kísérletekkel ellenőrzött vizsgálataik szerint a vizsgált helyeken a széles galandféreg fejlődése a következő:

A peték az érett ízekkel a bétartalommal jutnak a vízbe s itt a petékből néhány hét múlva kibújik a csillangókkal borított fiatal lárvá. A vízben egy ideig szabadon ide-oda csatangoló lárvát a *Cyclops strenuus* és *Diaptomus gracilis* nevű Evezőslábú rákocskák (*Copepoda*) nyelik el. E rákocskák belébe jutva a lárvá elveszti csillangós köntösét és keresztül furakodva a bél falán, a testüregbe jut be; itt tovább növekedik s gömbölyű alakja hosszúságára válik.

A rákocskákban meghúzódnó lárvá ezután csak akkor fejlődik tovább, ha a fertőzött rákocskát édesvízi halak eszik meg. A halak belébe jutott rákocskák megemésztése után a széles galandféreg lárvája felszabadul, átfúrja a halak gyomrának falát és a testüregben áthaladva az izomzatba vagy a májba jut. Az ember azután kellően meg nem főzött vagy eléggé meg nem süített halhús élvezete útján fertőzi magát.

ZANICKI szerint a Genfi-tóban a széles galandféreglárvák az előbb említett rákocskák közvetítésével leggyakrabban a csukát, a menyhalat és a sügért fertőzik.

Dr. Gorka Sándor.

II. AZ ANATÓMIA KÖRÉBŐL.

Az agyvelő toboztestéről. Az emlős állatok agyvelején az agyvelő harántirányú hasadékanak közepében, a közti agyvelő tetején csökevényes agyvelőrésztlet található, melyet fenýőtobozhoz hasonló alakja után toboztestnek (*corpus pineale*) neveznek. Nevezik tobozmirigynek (*glandula pinealis*) is, mert GALLEOTTI és mások elválasztó működést észleltek benne; mai ismereteink szerint nagyon valószínű, hogy belső elválasztású (endokrin) mirigy. DEZLER az agygerinczvelői folyadék

eloszlásának szabályozásában tulajdonít neki jelentőséget; GALENUS, DESCARTES régen a toboztestet a lélek székhelyének tartották.

A toboztest nagysága nemcsak állatfajok szerint különböző, hanem ugyanazon állatfajon belül is aránylag tág határok között ingadozik. SÖMMERING szerint a toboztest nagysága arányos az agyvelő nagyságával, GERLACH-nak JOVON és MARHÁN, NAGY PÁL-nak a m. kir. állatorvosi főiskola anatómiai intézetében

kutyán végzett erre irányuló vizsgálatai azonban ezt nem erősítették meg, úgyszintén azt sem, hogy a nőstény állatok tobozteste általában nagyobb, mint a hímeké. Színe az agyvelő szürkeállományáéhoz hasonló, gyakran, különösen idősebb állatokban még sötétebb szürke, barnásszürke. Felülete egyenetlen, barázdált, barázdáiban finom véretek foglalnak helyet, melyek a harmadik érlemezről (tela choridea media) veszik eredetüket.

A toboztestet kívülről a lágy agyvelőburokból származó kötőszöveti tok veszi körül, melyből kötőszöveti kötegek gerendázatszerűen az állományába is behatolnak véretek kíséretében. Állományának vázát azonban jórészt neuroglia-szövet alkotja s ennek hézagaiban apró, különböző alakú, nagymagvú sejtekből álló tüszők, barna festékszemecskék, részben festékes sejtek és sajátszerű konkrementumok, az agyhomok (acervulus cerebri) található. Ez utóbbi a toboztest közepe táján, sárgás, gömbölyded szemecskék alakjában tűnik föl; a szemecskék főleg szénsavas mészből állanak, mikroszkóp alatt közepükön gyakran sejttermék, e körül néha koncentrikus rétegzettség állapítható meg. GERLACH¹ a toboztest állományának hézagaiban majdnem mindig a pajzsmirigyben előfordulóhoz hasonló kolloidanyagot talált, a miből a toboztest mirigyműködésére következtethetünk.

Fejlődéstani vizsgálatokból ismeretes, hogy a toboztest a közti agyhólyag tetejének kesztyűujjszerű kinövéséből (processus epiphysicus) ered, mely az alacsonyabbrendű gerincesek páratlan parietalis szervével (organum parietale v. pineale) homológ. *Dr. Zimmermann Ágoston.*

A nyúl orra bőrében levő festékes mirigyről. SCHUMACHER¹ több nyúlféle, különösen pedig a *Lepus variabilis* PALL.,

¹ Untersuchungen an der Epiphysis von Pferd und Rind; Anatomischer Anzeiger, 50. köt., 3—4. sz.

² Anatomischer Anzeiger, 1917, 50. köt., 8. sz.

orra hátán, az orr hegyétől mintegy 1 mm távolságban, a középsíkban, erősen festékes, gödörszerű mélyedést talált, melynek fenekén már szabad szemmel kölesszem-nagyságú fekete folt vehető észre. E helyen szőr nincs s felszínét levált hámsejtek tömege borítja. A hámsejtek festékesek, bennük az elzsírosodás nyoma sem látható; a szomszédos irhában sincs festék, a festék tehát a hámban keletkezik, még pedig azokban az irhába mélyedő és mirigyes szerkezetű nyulványokban, melyek a jelzett foltnak megfelelően az orrhát bőrének metszetén találhatók.

A havasi nyúlánál önként kínálkozik az a magyarázat, hogy ez a festékes szerv télen a festék felhalmozódására és későbbi elosztására szolgál, azonban ez a szerv erre a célra kicsi, másutt pedig a havas nyúl gereznájában ilyen szerv nincs. A gerezna színváltása idején, ősszel, úgy látszik, élénkebb benne a festék keletkezése, mint télen. Annak a föltevésnek azonban, hogy ez a szerv a festék keletkezésére és elosztásának szabályozására szolgálna, ellene szól, hogy oly nyulakon is előfordul, melyek nyári ruhájának színe alig különbözik a télitől, így a mezei nyúl (*Lepus vulgaris* L.) és a házi nyúl (*Lepus cuniculus* L.) is megtalálható, a fehér (nem albino) példányok kivételével, azzal a különbséggel, hogy az utóbbinál a hám-ból az irhába nyúló mirigyes sarjak kevésbé festékesek, úgy hogy a házi nyúlánál ezt a szervet nem lehet festékes mirigynek nevezni.

A festékes mirigy külsőleg ugyan a faggyúmirigyhez hasonló, de működése nem egyezik meg vele, mert sejtjeiben elzsírosodás nem mutatható ki. Jelentősége eddig ismeretlen; lehet, hogy csökevényes szerv. A testen elfoglalt helyéből arra is lehetne következtetni, hogy a nyúl szaglászásával áll összefüggésben, mert éppen azon a helyen található, a hol az orr bőrének mozgékony része a mozdulatlannal határos; a szaglászó mozdulatok élénkebb hámleválást okoznak és a festék kiválasztását is elősegíthetik.

Dr. Zimmermann Ágoston.

A hím állatok méhe. A váltivarú állatokban a hím és női nemi szervek ugyanabban az állatban csak kivételesen, rendellenességgéppen az úgynevezett hermafroditákban fejlődnek ki teljesen, bár a fejlődés során minden állatban egyformán megvan a kétféle nemi szerv kezdeménye. A rendes fejlődés folyamán ugyanis a kétféle nemi szervek kezdeményéből csak az a rész fejlődik ki, a melyik a nemre jellemző, a másik csenevész marad, vagy elsovad, vagy teljesen eltűnik, egyes állatokban azonban nyomai a teljesen kifejlődött állatban is jól fölismerhetők, így például egyes állatfajok hímjeiben megmarad a méh (uterus). Különösen a kérődzők körében, például marhában (bika), juhban (kos) és bivalyban gyakran megtalálható a méh. SKODA adatai szerint a felsorolt állatok hímjeiben körülbelül 100 közül 80-ban, sőt a kosokban csaknem kivétel nélkül kimutatható a méh.

A méh az embrió Müller-féle csőveiből fejlődik, melyeknek egyik vége a testüregbe (coeloma), a későbbi hasüregbe nyílik, alsó vége pedig az emlősnél különböző terjedelemben összeszősítő keletkezik nőstényekben a kettős-, két részre osztott-, kétszarvú- és egyszerű méh (uterus duplex, bipartitus, bicornis, simplex). A hím állatokban a Müller-féle cső legnagyobb része elsovad, csupán kezdeti és végső részéből maradnak meg változó nagyságú kisebb részek. Ilyen eredetű részek a herén a Müller-féle cső kezdeti részéből eredő Morgagni-féle vízhólyag vagy herefüggelék (appendix testis vagy hydatis Morgagni), továbbá a végső részből származó hím-méh (uterus masculinus).

A hímméh a húgycső kezdete táján, a két ondóvezető között foglal helyet 1—2 mm átmérőjű, mézszerű, sárgás, átlátszó folyadékkal telt hólyagocskára alakjában. Kivételesen a hímek méhe csőszerűen megnyúlik, sőt olykor igen ritkán két szarvszerű ága is van; néha a húgycsőbe nyílik. Falát egyrétegű mirigyes hám és sima izomsejtek alkotják.

A hím állatok méhének élettani jelen-

tősége nincsen, fejlődéstani szempontból azonban érdekes maradványa a magzatkori Müller-féle csöveknek.

Dr. Zimmermann Ágoston.

Anatómiai készítmények fotográfálása. Míg a mikrofotográfiai technikáról több kitűnő kézi könyvből kellő tájékoztatást szerezhetünk, addig az anatómiai készítmények fotográfiai fölvételére vonatkozólag alig találunk az irodalomban megbízható útmutatásokat. E körülmény következményei sajnálatosan észrevehetőek sok közlemény hiányos képén, pedig a fotográfiának mint tudományos bizonyítéknak jelentősége mindinkább homloktérbe nyomul.

Az anatómiai készítmények fotográfálását megnehezíti, hogy az ilyenfajta készítmények többnyire nedvesek és tükröző felületűek, ezért zavaró reflexeket adnak. KAISERLING ennek elkerülése céljából a szabadban való fölvételt ajánlja. CHRISTELLER nagyobb felületű, terjedelmesebb fényforrások használatát ajánlja, például ablaknyílás, fénylő ernyő stb., melyek ferdén, oldalról világítják meg a tárgyat. Tapasztalati tény, hogy teljesen friss anatómiai készítmények kevésbé alkalmasak a fotográfálásra, mint a konzerváltak, melyeken a rögzítendő részek is jobban feltűnnek. A hengeres üvegekben felállított készítményeket fotográfálás céljából az üveg torzító hatása miatt mindig ki kell venni. Legcélszerűbb a fölvételt olyan lehetőleg sötét helyiségben végezni, melybe csak egy ablakon át jut be a fény; a fotográfáló kamrát a készítménnyel szemben, ennek tengelyében helyezük el. Legcélszerűbb mindkettőt az ablak falával 45—55° szög alatt felállítani, hogy az ablakon beáramló fény a praeparátumüveg elülső felületét ferdén, oldalról világítsa meg. A gyűjtőlencse által az üveg oldalsó szélén létrehozott fénycsíknak a tárgyhöz nem szabad érni. Célszerű a készítményt tartalmazó üvegedényt kissé, körülbelül 60°-szögben előre felé dönteni. Ilyen eljárással kifogástalan, reflextől mentes képek állíthatók elő. *Dr. Z. Á.*

III. AZ ÉLETTAN KÖRÉBŐL.

A mellékvese belső váladékának hatása a vese működésére. MARSHALL E. K. és DAVID DAVIS¹ a Johns Hopkins-egyetem gyógyszerintézetében érdekes kísérleteket végzett macskán annak megállapítása céljából, hogy a mellékvesék kivágása milyen hatással van a vese működésére. Tapasztalataik szerint az ilyen állatokban a vér húgyanyag-(ureum-) tartalma a rendes érték kétszeresére emelkedik. Ez a nagy húgyanyag-tartalom korántsem magyarázható a megváltozott fehérjebontással, hanem csupán a vese működésének megcsappanásával. A vese kiválasztó működésének hanyatlása különösen akkor szembetűnő, ha a mellékvesék eltávolítása után húgyanyagot, kreatinin-t és konyhasót fecskendezünk az állat vérébe; ilyenkor a vese szövettani szerkezetében is jelentős változások állanak be.

A kísérletezők vizsgálatainak minden lehetséges magyarázatát kellő mértékben bírálva, arra az eredményre jutnak, hogy a mellékvese belső váladéka nélkülözhetetlen a vese rendes működéséhez. G.

A tobozmirigy hatása a nemi érettségre. A tobozmirigy (glandula pinealis vagy corpus pineale) a közbulső agyvelőnek része, melyet az egykor működő fejtetői szem maradványának tartanak az anatómusok. Emberben körülbelül 1 cm nagyságú. Működését biztosan nem ismerjük. Ma a fiziológusok belső elválasztású mirigynek tartják, melynek váladéka arra szolgál, hogy a serdülés szakáig a csirimirigyek fejlődését gátolja. Ezt a magyarázatot igazolja HORRAX G. újabb vizsgálata.¹

¹ MARSHALL, E. K. és DAVID M. DAVIS, The influence of the adrenals on the kidney; Journal of Pharm., VIII. köt., 9. szám, 1916, 525—549. lap.

¹ HORRAX G., Studies on the pineal gland; Arch. of Intern. Med., 17. köt., 1916, 607. és 627. lap.

HORRAX tyúkok, tengerimalaczkok és patkányok tobozmirigyét kivágta s azt tapasztalta, hogy az ilyen tobozmirigyűktől megfosztott állatoknál csakhamar bekövetkezett a nemi érettség szaka. Embereken is azt észlelte, hogy a nemileg rendellenesen korán érett gyerekek tobozmirigye daganat következtében működésen kívüli állapotba jutott.

G.

A lép működése. A lép működéséről a legújabb időig nagyon kevés bizonyosat tudunk. A régebbi vizsgálók elhanyagolták a lép működésének vizsgálatát, mert a köztudatba ment át az a már GALENUS-tól említett tény, hogy az ember és az állatok lépe a szervezet működésének észrevehető zavara nélkül kiirtható. Az újabb vizsgálatok szintén beigazolták a lép működésének nélkülözhetőségét, de egyúttal rámutattak arra is, hogy a lép kiirtása némely ember és sok állat életműködéseiben súlyos zavarokat okoz, mert utána a vörös- és fehérvérsejtek mennyisége kórosan nagy mértékben megszorodik (polycythaemia). Azonkívül más olyan jelenségeket is észleltek, melyek a mellélt bizonyítanak, hogy a lép fontos, bár más szervek működése által pótolható szerepet tölt be a szervezet életében.

Ma a lépet fontos vérképző szervnek tekintjük. Benne fehérvérsejtek, úgynevezett lymphocyták és egymagvú nagy leucocyták fejlődnek. Ennél a működésénél sokkal fontosabb a vörösvérsejtek elpusztításában és az elpusztított vörösvérsejtek anyagainak további értékesítésében betöltött szerepe. A lép a vörösvérsejteket elpusztítja s a felszabaduló vérfestéket, a haemoglobint, a máj bilirubinja részére előkészíti, azonkívül a szervezetben felszabaduló vasat visszatartja és a szükséghez képest a fejlődő vörösvérsejtek rendelkezésére bocsátja.

A szervezetbe kerülő idegen anyagok kiűszöbölésében is jelentős része van; a fertőzés útján a vérbe jutó baktériumok anyagforgalmi termékeit feltartóztatja és bizonyos fokig ártalmatlanná teszi, innen erednek megváltozásai fertőző bajokban. Bizonyos baktériumok ellen alkalmas ellenanyagokat is termel. Az emésztés folyamatával is összefüggésben áll, bár ez a viszony még nem teljesen ismeretes. Az emésztés tetőfokán ugyanis a lép megduzzad és igen vérbő.¹ G.

A meghülés. Régi és még ma is eldöntetlen vita, vajjon a test lehülése egy magában okozhat-e betegséget? Az ügy tisztázásához nem régen AUFRECHT² értékes adatokkal járult hozzá. Szerinte a meghülés olyan kóros folyamat, mint a fagyás vagy az égés. Ennek kimutatása céljából különböző állatokkal kísérletezett. Az olyan állatok tüdőereiben, melyeknek hátulsó testrészét hűtötte le, mindig talált fibrin-alvadékat. A hasfal és a vesetájék lehütésekor főleg a májban és a tüdőben keletkezett fibrin-alvadék. Azonkívül a test lehütésekor a garat, gége és gégecső nyálkahártyáján bővülés és apróbb vérzések következtek be. A test erősebb lehülésével állandóan együttjárt a fehérvérsejtek kisebb-nagyobb pusztulása és ennek eredményeképpen fibrin-alvadék és más olyan anyagok keletkeztek, melyek a kisebb erek és hajszálerek falait egyes szervekben (első-sorban garat, gége, máj, agyvelő) átjárhatóvá teszik; ez utóbbi hatásnak eredménye az itt észlelhető kisebb vérzés. G.

A párolt víz hatása a békapetéék és békálárvák életére. Az eddigi kísérletek szerint a párolt víz méregként hat a vízi szervezetekre s semmiféle körülmények között sem alkalmas arra, hogy benne állatok hosszabb ideig éljenek. Teljesen

ellenkező eredményre jutott KRZIZENECKY JAROSLAW¹ prágai biológus. Ő kimutatta, hogy párolt vízben békapetéék és békálárvák teljesen rendesen fejlődnek, ha kellő átszellőztetéssel arról gondoskodunk, hogy a párolt vízben mindig elegendő mennyiségű oxigén álljon az állatok rendelkezésére. A párolt víz tehát nem mérges az állatokra s elpusztulásuknak nem a vízben oldott sók, hanem az oxigén hiánya az oka.

KRZIZENECKY tapasztalatai szerint a békapetéék párolt vízben teljesen rendesen fejlődnek tovább és a békálárvák vegyes táplálékkal etetve, teljesen ugyanolyan arányban és ugyanolyan gyorsan növekednek, mint a rendes mocsárvízben vagy vízvezeteki vízben tartottak. Tiszta hússal etetve, a békálárvák párolt vízben lassabban fejlődnek, mint a vízvezeteki vízben tartottak; ennek okát KRZIZENECKY még eddig nem tudta kideríteni. Talán a hússal való táplálkozásnál keletkező és nehezebben eltávolítható mérges anyagforgalmi termékeknek van ebben részük?

Mindenesetre a most ismertetett kísérletekből következik, hogy az édesvizekben oldott sók (Na_2SO_4 , K_2SO_4 , CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CaCO_3 , MgCO_3 , KCl , SiO_2 , Fe_2O_3) sem kémiai, sem osmotikus tekintetben nem föltétlenül szükségesek a békálárvák rendes fejlődéséhez. Ezek az eredmények egyébként összhangzásban állnak LOEB vizsgálataival, a ki a *Fundulus* nevű hallal végzett kísérletei alapján kimutatta, hogy a tengervízben oldott sók jelenléte nem föltétlenül szükséges a tengeri halak rendes fejlődéséhez.

Dr. G. S.

A Röntgen-sugarak hatása az egérre. Sok kísérlet eredményeként BLUMENTHAL F. és KARSIS J. a berlini egyetem fénynyel gyógyító intézetében megállapította, hogy a kemény Röntgen-sugarakból már aránylag kis adag is olyan mélyreható pusztítást okoz az egér szervezetében,

¹ Lásd erre nézve HIRSCHFELD H. közleményét a Deutsche Mediz. Wochenschrift-ben (1915, 37. és 38. szám).

² Zeitschrift für Veterinärkunde, 1916. vf., 12. szám.

¹ Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen, 42. kötet, 1916, 604–621. lap.

hogy a besugárzás után rövid idő múlva elkerülhetetlenül beáll a halál. Ha a Röntgen-sugarak keménységét egy bizonyos fokon túl fokozzuk, akkor a pusztító hatás nem erősödik, hanem ellenkezőleg csökken. Ennek a jelenségnek az az oka, hogy a Röntgen-sugarak keménységének fokozásával karöltve a sugarak áthatoló képessége oly nagy mértékben növekedik, hogy a ható sugaraknak csak nagyon kevés részét nyelheti el a szervezet; minthogy a káros hatás az elnyelt Röntgen-sugaraktól függ, természetesen az áthatolóképeség fokozódásával a Röntgen-sugarak káros hatása is csökken. **G.**

A herélt állatok gégéje. Közismert jelenség, hogy a fiatal korban herélt emberek hangja nem változik, mert az ilyen emberek gyermekkori, magas hangjukat megtartják és gégéjük kisebb, a nők gégéjéhez hasonló (MECKEL, GRUBER, TANDLER). Kappanokon szintén megállapították, hogy felső és alsó gégéjük elmarad a fejlődésben. Az emlős házi állatokon, melyeknél a jobb hasznosítás érdekében a hím-nemű állatok nagy részét rendszeresen kiherélik, a másodlagos nemi jelek között a gége nagyságbeli, részben alakbeli viszonyai is módosulnak a herélés következtében. A másodlagos nemi jellemvonások a herében foglalt interstítialis vagy LEYDIG-féle sejtek működésével állnak összefüggésben, ezért ha a herét eltávolítjuk, ezáltal a most említett sejtek belső elválasztásának elmaradása következtében a

másodlagos nemi jellemvonások további fejlődése elmarad. A here belső elválasztásának folyamata már igen korán, még a magzatkorban megindul, ezért még a legkorábbi ifjúságukban heréltek is bizonyos hím-nemű jelleget tüntetnek föl és különböznek a nőneműektől.

SCHREIBER¹ nagyobb anyagon megvizsgálta a herélés hatását a ló és a marha gégéjére. Vizsgálataiból kiderült, hogy a herélés elsősorban a gége növekedésére hat, különösen áll ez az ökör gégéjére nézve, mely növekedésében aránylag erősebben marad vissza, mint a herélt ló gégéje. A gége nagyságán kívül azonban alakja is megváltozik a herélés nyomán, ez a változás viszont inkább a ló gégéjén nagyobbfokú, mint a marháén: a pajzsporczogó kerekded lesz, dudorai kevésbé emelkednek ki, a gyűrűporczogó szintén kerekded, míg a ménben tojásdad-alakú. A hangszalagok úgy a herélt lóban, mint az ökörben rövidebbek (39, illetve 28 mm), a ménlóban középtértékben 42 mm, a bikában 32 mm hosszúak. Az ökör gégéjének alakja és egyes méreteinek egymáshoz való viszonya alig különbözik a bikáétól, nagyságbeli különbsége azonban annál feltűnőbb. A későbbi korban herélt állatok gégéjén természetesen kevésbé láthatók ezek a különbségek, mert az ilyen állatokon a másodlagos nemi jellemvonások fejlődése már előbbre haladt. **Dr. Z. Á.**

¹ Anatomischer Anzeiger, 1916, 49. köt., 5—6. szám.

IV. A NÖVÉNYTAN KÖRÉBŐL.

A beléndek levelének fordulása. A zöld növény megélhetése a napsugártól függ. Napsugár nélkül nincs zöld növényzet. Ha tavasszal a növény gyöngéd levelét kitolja a földből, üde zöldszínét az enyhe tavaszi napsugártól kapja. A fának felső rügyeiből kibontakozó gyöngye levelek pedig a tavaszi Napot köszöntik mint éltető elemöket, a melytől további fejlődésüket várják. A nyári Nap melegítő és

világító sugarait egyenletesen küldi le a zöld növényzetre, hogy energiát adjon neki új szerves vegyületek készítésére, a melyekkel a növény növekedő testét fölépítheti. A zöld növény ezért az éltető Nap felé fordul, zöld leveleit a Napnak teríti ki.

A zöld levél a növény táplálkozásának legfontosabb szerve. Működése szorosan összefügg a napsugárral, azért úgy rendez-

kedik el a száron, hogy lehetőleg legjobban érhesse a napsugár, vagyis a levél elhelyezkedésével úgy rendezkedik be, hogy lehetőleg a legjobban táplálkozhasson.

A levél elhelyezkedése a száron mindig bizonyos szabályokhoz van kötve és az újonnan fejlődő levélnek is a helye előre meg van állapítva. A levélállás minden növényfajra jellemző és határozott törvényt követ. A leveleknek elrendezkedése a szár kerületében szoros összefüggésben van a levél alakjával és méreteivel s az elrendezkedésben az általános vezérelv az, hogy a szár kerületében lehetőleg jól és tökéletesen ki legyen használva a rendelkezésre álló hely, egyik levél a másikat minél kevésbbé akadályozza a működésében, vagyis a felső levél ne árnyékolja be az alsót. Végül az is fontos, hogy a szár kerületében elrendezkedő levelek ne terheljék meg a szárat egyoldalúlag, ne okozzák a szár ledőlését, hanem terheljék meg a szárat egyenletesen minden irányban. Bár szigorú törvény szerint rendezkednek el a levelek a száron, azért beállhatnak utólagosan olyan körülmények, a melyek a leveleket eredeti helyzetük megváltoztatására bírják. A levél élő szerve a növénynek, a mely nem marad meg ridegen a megadott állásában, hanem az adott körülményekhez alkalmazkodni tud; ha szükséges, csavarodik és fordul, míg megint kedvezőbb helyzetbe nem jutott, vagyis a levél reagál a környezetére, a külső hatásokra életjelt ad magáról. Ha megváltoznak a külső életfeltételek, a levélnek követni kell azokat, hogy tovább folytathassa működését, különben elpusztul.

A megváltozott külső körülményeken elsősorban a megváltozott napsütést (insolatio) kell értenünk. Ha megváltozik a levél helyzete a világossággal szemben, ha oldalas lesz a levél megvilágítása, ha nem fölülről esik a napsugár a levélre, hanem ha rézsutosan kapja a levél a fényt, akkor a levél kénytelen eredeti helyzetét megváltoztatni és követi a napsugár irányát, s ekkor úgy fordul, hogy lapját megint lehetőleg derékszög alatt érhesse a nap-

sugár: Midőn rendellenes helyzetbe kerül a levél, a beárnyékolástól való óvakodásból és a napsugárnak lehetőleg tökéletes kihasználása céljából egyet fordul a levél, hogy kedvezőbb helyzetbe jusson. Legjobban láthatjuk ezt az erdő szélén, a fák alatt termő növényeken, a melyek csak az egyik oldalról, a szabad oldal felől kapják a fényt, míg az erdő felőli oldaluk mindig árnyékos. Az ott álló növények nemcsak virágaik arczát fordítják a Nap felé, hanem zöld leveleikkel is a Nap felé intenek, a zöld levél fényt kér a Naptól.

A szoba ablakán és a virágasztalon álló muskátli még szembetünöbben bizonyítja ezt a tényt. Mindezek a növények nem felülről kapják a világosságot, hanem oldalról, reájuk a napsugár nem úgy esik, mint a szabadban álló növényre, hanem ferdén, azért a levél csak gyengén van megvilágítva. Az ilyen növény levele addig fordul, míg a napsugár ismét derékszög alatt nem éri a levél lapját. Míg a felülről megvilágított levél vízszintesen áll, addig az oldalról megvilágított levél addig kénytelen fordulni, míg lapja ugyanolyan szög alatt nem kapja a napsugarat, mint a szabad állásban növekedő növény levele. A ferdén megvilágított levél addig kénytelen fordulni, hogy majdnem függőleges helyzetbe jut, s így a szobába eső napsugarat derékszög alatt fogja fel. Mennél ferdébben esik be a napsugár, annál jobban fordul a levél, és mennél jobban közelíti meg a beeső napsugár a vízszintes irányt, annál jobban igyekszik a levél függőleges síkba jutni.

A levél megfordulásának másik esetét látjuk, a mikor a levél fordulásának a célja az előbbi esetnek az ellenkezője, a mikor ugyanis a levél nem keresi a jobb megvilágítást és nem igyekszik lapját a reaeső napsugárra derékszög alá elhelyezni, hanem ellenkezőleg, az erős napfény ellen védekezni igyekszik és úgy helyezkedik el, hogy a déli órákban a forró napsugár ne a levél lapját, hanem csak az élet találhassa. Ennek az esetnek leggyakoribb példája nálunk a vad- vagy

keszgeszaláta (*Lactuca Scariola* L.), a mely nálunk a nyári hónapokban tömegesen nyílik a száraz, napsütötte helyeken. Ez a növény képviselője nálunk az úgynevezett „kompasznövények“-nek,¹ a melyeknek az a sajátosságuk, hogy leveleiket utólagos csavarodással a délkör irányába helyezik el, miáltal a Napnak túlságos erős heve ellen védekeznek. Az ilyen növény levele nem vízszintesen, hanem függőlegesen áll és a növénynek majdnem minden levele egy síkba, a délkör irányába esik. Az ilyen függőlegesen álló levél lapjára csak a reggeli és az esteli órákban süt a Nap egyenesen, vagyis csak a hajnali és alkonyatbeli sugarak érik derékszög alatt a levél lapját, míg a déli órák perzselő Napjától a levél lapja meg van kímélve.

Az eddig említettektől teljesen eltérő példát észleltem a beléndeken (*Hyoscyamus niger* L.), a melynek levelei a növény fejlettségének bizonyos fokán szintén fordulnak, de egészen más célból, mint az előbbi esetekben. A beléndek levele nem a saját maga, hanem a termés érésének érdekében fordul és a levél szinte saját magát feláldozza, félreáll az útból, hogy el ne fogja a napfényt az érőfélben lévő termés elől.

A beléndek napsütötte helyeken terem. Minden tö szabad állásban nő, a hol minden oldalról szabadon éri a nap-sugár. A fiatal beléndeknek még csak töállású levelei vannak, a melyek a rövid száron köröskörül állanak és ú. n. levélrózsát alkotnak. A mint a levél virágba hajt, főlegyenesező szárán a levelek a rendes törvényt követve úgy osztódnak el a száron, hogy minden levél megkaphassa a megkívánt napfényt. A levelek zöld lapjukkal a szár minden oldalára hajolva, szétterülnek, egyik levél óvatosan elkerüli a fölötte vagy alatta álló társát⁴ (1. kép).

Midőn a beléndek virágozni kezd, virágai a levelek hónaljában igen törpe virágzatok tetején keletkeznek és úgy helyez-

kednek el, hogy az összes virágok a szárnak csak egyik oldalára esnek, míg a szár túlsó oldalán virág nincs. A levelek egészen a termésérésig a szár minden oldala felé terülnek szét, úgy hogy a levelek működése zavartalanul folyik az egyenletes megvilágítás hatása mellett. A mint azonban a termés érni kezd, megváltozik a levelek helyzete (2. kép). Minden virágból egy-egy fedéllel nyíló toktermés, kupakos tok keletkezik, a melyet az ötfogú csésze (kehely) zsákszerűen kö-



1. kép. Beléndeksarj a virágzás kezdetén.

rülfog. A csésze ugyanis elvirágzás után még tovább nő, tetemesen megnyúlik, szegélyének öt foga mint mereven álló, hegyes, szúrós karima védelmezi a fejlődő toktermést. A mint a tokok jobban és jobban kifejlődnek, a levelek feltűnően csavarodnak, úgy hogy valamennyi levél lapja a szárnak a toktermésekkel szembeeső oldalára húzódik (2. kép). A levelek ekkor féloldalt állnak sűrűn, egyik a másika fölött, utóbb lefelé lógnak, mint a kecske szakállá, velők szemben pedig ott vannak a fölfelé álló tokok hosszú sorban.

¹ Lásd Közlönyünk 1884. évfolyamát (342. lap.)

A beléndek sokáig virágozik, szárának továbbnövő csúcsán újabb és újabb virágokat fejleszt, a melyek azonban mind egy oldalra esnek, ezért az idő folyamán a beléndeknek magasra felnőtt szárán a tokterméseknek egész hosszú láncolata sorakozik a szárnak egyik oldalán. A levelek mindaddig, a míg a tokok aprók, ide is, oda is hajlanak, a mint azonban

vény most már nem annyira új anyagokat készít zöld leveleiben, hanem most a mag megérlelése a főfeladat. A növény a zöld leveleiben készített anyagokat az érőfélben levő toktermésekbe szállítja. Az érő toknak útjában állana a szétterülő levél, a mely árnyékot vetne reá. A tok méhében számtalan apró magot érlel a beléndek. Sokat, igen sokat, úgy hogy egyetlen egy beléndektől 10000 magot is megérlelhet.

A tokban fejlődő magvak jó megéréséhez melegítő és érlelő napsugár kell. Ezért a levél, a mely már megtette a kötelességét, félreáll az útból, teljesen a tokkal szembeeső oldalra fordul, a hol nem fogja el a napsugarat a tokok elől, idővel azután lefelé konyul, végül pedig lelóg, mint a kecske szakállja. Ebben az elhelyezkedésében a levél már csak azt a működést végzi, hogy készített anyagait átszolgáltatja a tokterméseknek, kiürül, mire megsárgulva, megbarnulva elszárad.

A nyár végén azután már csak a beléndek kemény, merev szárát látjuk égnék meredni sűrűn megrakva az érett tokok hosszú sorozatával.

Dr. Páter Béla.



2. kép. A beléndek levélállása terméséréskor.

a tokok megnőnek, már alkalmatlanok lennének és beárnyékolnák az érőfélben lévő tokokat, azért most már összehúzódnak, szinte egymás mögé bújnak és szabaddá teszik a tokokat, úgy hogy zavartalanul érhesse őket a napsugár (2. kép). Most tehát már nem érvényesül a levélállás rendes törvénye. Most már egyik levél a másik alá búvik, úgy hogy a felső az alsót beárnyékolja. Most már nincs szüksége a levélnek napsugárra, mert a nő-

A színekp egyes részeinek hatása a növények keményítő - képzésére. URSPRUNG A.¹ a freiburgi egyetemi növény-tani intézetben megvizsgálta, hogy a színekp egyes részeinek hatására hogyan módosul a növénylevelekben az az alkotó munka, melynek eredménye a keményítő. E célból cserépben nevelt lóbabot sö-

¹ URSPRUNG A., Über die Stärkebildung im Spektrum; Ber. Bot. Ges., 35. köt., 1917, 44—69. lap.

tétben tartott, hogy leveleiből minden keményítő eltűnjön s azután az ilyen növények leveleire napfénynek és elektromos fénynek üveghasábbal és ráccsal létesített színeképét vetítette és jóreakció segítségével megvizsgálta, hogy melyik színeképrésznek kitett levelekben fejlődik keményítő. A vizsgálat eredménye szerint a látható színekép mindegyik részének kitett levelekben fejlődött keményítő, legnagyobb mértékű volt azonban a ke-

változatát seholsem említik, mi azt jelenti, hogy ilyen változat eddig nem ismeretes. Éppen ezért kötelességemnek tartom a dendrológiával foglalkozók figyelmét arra a Budapest székesfővárosi Népligetben álló, körülbelül 25—30 éves *Platanus*-példányra felhívni, a melyen határozottan látható ez a jelleg. Az érdekes és dendrológiai ritkaságzámba menő szomorú platánfa-változatot *Platanus occidentalis* L. var. *pendula* RÄDE névvel jelölöm és fotografiáját



Új szomorú platánfa-változat a budapesti Népligetben. A szerző eredeti fotografiája.

ményítőtermelés a színekép ibolyántúli részében ($760 \mu\mu$ — $330 \mu\mu$), viszont a vörösöninni színeképrészletben a keményítőképződés teljesen szünetelt. Kísérletei során azt is tapasztalta, hogy a növények a merőlegesen tűző közvetlen napfényt csak kevés ideig tudják felhasználni, mert az áthasonítás csakhamar elmarad.

G.

A platánfa új változata. BEISSNER, SCHELLE és ZABEL „*Handbuch der Laubholz-Benennung*” című könyve a dendrológiának egyik legtekélyesebb műve. Ebben a szerzők 76 platánfa-változatot sorolnak föl, de a platánfa szomorú (*pendula*)

is bemutatom. A fotografián jól látható, milyen feltűnő mértékben tér el ez a szomorú platánfa-változat a mellette levő közönséges platánfától. *Räde Károly*.

A fás növények életműködéseinek időszakossága örökléstanai szempontból. A fás növények életműködésének időszakosságát az utóbbi években is számos vizsgáló fürkészte, az eredmény azonban ma sem kielégítő. Még mindig két vélemény áll e téren egymással szemben. A tudósok egyik tábora (PFEFFER, SCHIMPER, VOLKENS, SIMON, WEBER, KÜHN) belső okokkal, másik része (KLEBS, LAKON) pedig a külső hatások közvetlen be-

folyásával igyekszik az időszakosságot megmagyarázni.

Örökléstani szempontból a fás növények időszakosságát, az időszakos lombváltást öröklésen alapuló jelenségnek kell tekintenünk, mert a fás növények akkor is lehullatják időszakosan lombjukat, ha erre közvetlenül nincs ok. Például a Madeirá-ban meghonosított sokféle fajú gyümölcsfa és a Javá-ban megtelepített bükkfa időszakosan éppen úgy lombváltó, mint nálunk. KLEBS és KÜSTER tagadják, hogy a fás növények időszakossága öröklésen alapszik, s erre érvként felhozzák, hogy a fák nyugalmi szaka hajtással mesterségesen megrövidíthető. Ez a jelenség azonban semmit se bizonyít, mert a növekedés és szaporodás rendes menetét is megakaszthatjuk vagy gyorsíthatjuk, jöllehet ezekről a jelenségekről biztosan tudjuk, hogy időbeli menetük öröklésen alapszik.

Nemcsak a lombváltás jelensége, hanem a lombváltás ideje is öröklődik. Ezért szokás a kertészetben ugyanazon faj vagy változat keretén belül korán és későn hajtó rasszokat megkülönböztetni; az ilyen rasszok, melyek mindig mutatio útján hirtelenül keletkeznek, egyéb jellemvonásokban is különböznek egymástól és jellemvonásaikat tisztán származtatják át utódaikra.

Ha fás növényeink időszakosságát öröklés útján rögzített jellemvonásnak tekintjük, akkor eredetének megmagyarázására két föltevés kínálkozik:

1. Az időszakosságot belső okok okozzák.
2. Az időszakosság a külvilág közvetlen hatásának eredményeként keletkezett s ebben az esetben az időszakosság szerzett tulajdonság.

Az utóbbi föltevés mellett bizonyítanak egyes növények, például a pálmák, melyeknek életéből a mi fás növényeinkre jellemző időszakosság hiányzik. Az egyes kétszikű fás növényeket azonban elkülönítve kell tekintetbe vennünk, mert az egyszikű növények szervezetében (pl. vastagodásában) semmiféle olyan jelenséget nem mutathatunk ki, mely az ég-

hajlat időszakosságával való összefüggésre vallana, ellenben a kétszikű és fedetlenmagvú fás növényeknél ilyen jelenségek (tavaszi és őszi fa, változások a chemismusban) nagy számban kimutathatók. Ennek alapján a kétszikű és fedetlenmagvú fás növényeket olyan típusoknak kell tartanunk, melyek többé-kevésbé időszakos éghajlathoz alkalmazkodva szerezték meg szervezetük jellemző bélyegeit, időszakosságukat tehát egyéb jellemvonásaikkal együtt jellemző bélyegnek kell tekintenünk. Az időszakosság KÜHN O.¹ szerint a kétszikű és fedetlenmagvú fás növényeknek ősi jellemvonása, mely csak másodlagosan alkalmazkodott azután szorosan a külvilági hatások időszakos voltának időbeli menetéhez.

G.

A növények bő virágzása és buja fejlődése. Régen tudjuk, hogy a növények bő virágzását elősegítő tényezők nem kedvezők a növényi test vegetatív részeinek buja fejlődésére. FISCHER H. az eddigi erre vonatkozó vizsgálatok eredményét ellenőrizte és sok új kísérlettel kibővítette s a következő eredményre jutott:²

1. Mindazok a tényezők, melyek a növény széndioxid-fölvételét és széndioxid-értékesítését megkönnyítik, fokozzák a virágfejlődést, de csökkentik a növény vegetatív fejlődését.

2. Mindazok a tényezők, melyek elősegítik a talajból származó táplálékreszek és a víz fölvételét, előmozdítják a növény vegetatív részeinek fejlődését, de csökkentik a virágzást.

3. A széndioxid fölvételének csökkentése megcsappantja a virágzást.

4. A talajból származó nitrogéntartalmú anyagok fölvételének megnehezítése fokozza a virágzást,

Ezeket a tételeket röviden úgy fejez-

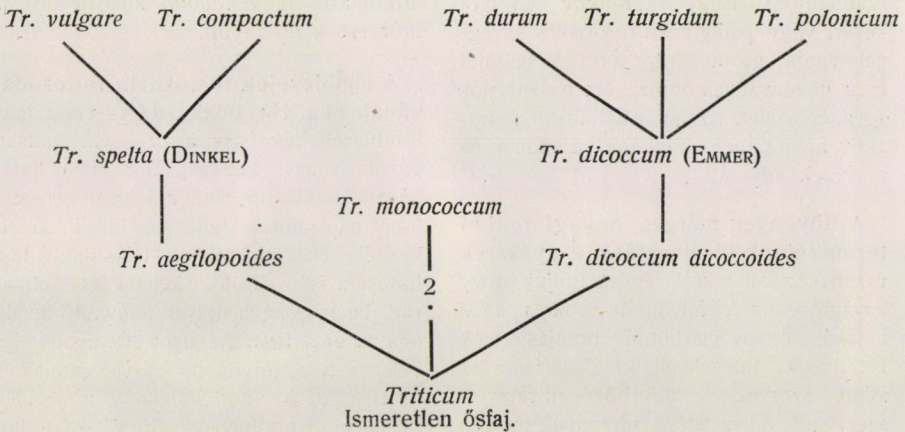
¹ Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft, 67. köt., 1917, (187.) lap.

² FISCHER, H., Zur Frage der Kohlensäure-Ernährung der Pflanzen; Gartenflora, LXV. köt., 1916, 232. lap.

hetjük ki, hogy ha a növényben a szénhidrát-mennyiséget fokozzuk a nitrogéntartalmú anyagok rovására, akkor bő virágzást, de satnya növekedést érünk el, ha pedig a nitrogéntartalmú anyagok túlsúlyát biztosítjuk, a növények buja fejlődését, de satnya virágzását érjük el. *G.*

A búza törzsfája. A szerológiai vizsgálatok eredményeit és módszereit ma

már nemcsak gyógyításra és az állatfajok rokonságának megállapítására használják, hanem a növényfajok rokonságának ki-fürkészésére is alkalmazzák. Ilyen mód-szerekkel állapította meg újabban SCHULZ A.¹ a különböző búzafajok rokonságát és származását. Vizsgálatainak eredményét, mely az eddigi rendszertani vizsgálatok-kal is jó összhangzásban áll, a következő törzsfá foglalja magában:



A rádium hatása a növényekre és a radioaktív készítmények használata a kertészetben. BRICK C. összefoglaló tanulmánya¹ szerint a gyöngé rádiumfény a fény iránt érzékeny növények és lassan növekedő csiranövények növekedésére irányítólag hat. Az ilyen növények rádiumfény hatására a rádiumot magában foglaló csövecske felé hajlanak. Hasonló hatással van a rádium hatására előidézett közvetett foszforeszkáló fénynek is.

Kis mennyiségű rádium-emanáció MOLISCH és SCHIEFFELIN vizsgálatai szerint gyorsítja és fokozza a növények növekedését s elősegíti a növények időelőtti hajtását. A hajtás rádium-emanációval mindig sikerebb, mint rádiumbesugárzással, mert az emanáció minden oldal-

ról sokkal egyenletesebben éri a rügyeket, mint a besugárzás.

Nagyobb erősségű rádium-emanáció már határozottan káros a csiranövényekre; eleinte gyorsabb növekedésük csakhamar megakad, mert az emanáció a sejtekre méregként hat s megakadályozza azoknak a bontó enzimeknek a működését, melyek a felhalmozott tartalékanyagok oldására szolgálnak. Sok növény (pl. az akác) már kissé erősebb rádium-emanáció hatására rendellenes színű leveleket fejleszt, melyeket hamar lehullat. Más növényeken az emanáció hatása rendellenes állású levélfejlődést okoz. BRICK C. szerint ennek különösen feltűnő példáját láthatjuk a *Sedum Sieboldi*-n és a *Ligustrum ovifolium*-on.

A rádium-emanáció hajtató hatását a kertészetben nem célszerű felhasználni, mert ez az eljárás aránytalanul drága, és

¹ BRICK, C., Die Einwirkung von Radium auf wachsende und ruhende Pflanzenteile und die Verwendung radioaktiver Präparate in der Gärtnerei; Jahresberichte d. Gartenbauvereine f. Hamburg, Altona u. Umgebung 1915/16, Hamburg, 1916.

¹ Mitteilungen d. Thüring. botan. Verein, Neue Folge, 33. köt., 11. lap, Weimar, 1916.

főleg mert használata az emberre nem veszélytelen. Az étterrel és melegfürdővel dolgozó eddigi hajtató eljárások minden tekintetben felülmúlják a rádium-emanáció hatásán alapuló hajtató módokat. Utóbbiak közül a gyakorlatban csupán SCHMIEDT C. freienwalde-i (a. O.) mérnök módszere kecsegtet sikerrel. Ő a virágcserepek készítéséhez használt agyaghoz szabadalommal védett (246290. sz. német szabadalom, 1912) radioaktív anyagot kever, vagy pedig ilyen radioaktív anyaggal vonja be a virágcserepek belsejét és a növényágak öntözésére használatos agyagsöveket. Az így alkalmazott radioaktív anyag radioaktivitását a földnek és a víznek adja át. G.

A növények mérges anyagforgalmi termékeinek kiválasztása a gyökerek útján. Az állatokról régóta tudjuk, hogy anyagforgalmuk folyamán sok mérges hatású nitrogéntartalmú bomlástermék keletkezik, melyeknek kiválasztására az állati szervezet különböző kiválasztó szerveket fejlesztett. A növények mérges hatású anyagforgalmi termékeiről eddig nagyon keveset tudunk s azok a szervek sem ismeretesek, melyek az állatokéhoz hasonló mérges nitrogéntartalmú bomlásterméknek kiválasztására szolgálnak. Pedig hogy a növényeknél is keletkeznek ilyen bomlástermék, bizonyítják MOLLIARD M. újabb kísérletei.¹

MOLLIARD¹ borsómagvakat abszolút alkohollal és 1%-os hydrargyrum bichloratum-oldattal gondosan csíráztatott és desztillált vízben, baktériumok teljes kizárásával csíráztattott. Később ugyanebben a vízben új borsómagvakat csíráztattott s azt tapasztalta, hogy ez a víz megmérgezte a csírázó növényeket. Vizsgálatai szerint a mérgező hatás onnan ered, hogy a fejlődő borsó élete folyamán nitrogéntartalmú szerves bomlástermégeket fejlesztett, melyeket gyökerei útján kiválasztott

testéből és oldott állapotban a vízbe juttatott. A vízben oldott bomlástermégeket kémiai módszerekkel ki tudta mutatni s megállapíthatta azt is, hogy ezek a bomlástermék nem enzimszerű anyagok, mert mérgező hatásukat 120 C°-ra való felforralás után is megtartották. Fontos MOLLIARD-nak az a megállapítása is, hogy a bomlástermék nem specifikus hatásúak, mert a borsó bomlástermékeit tartalmazó víz a fejlődő kukoriczára is mérgesnek bizonyult. G.

A lomblevelek füstokozta foltosodásának oka. Ha bükk-, tölgy- vagy más lomblevelű fák friss ágait savas hatású gázok (sósav, kénsav, klór stb.) hatásának tesszünk ki, akkor a leveleken néhány nap múlva jellemző foltok keletkeznek. Hasonló foltok létesülnek füst hatására is. A foltok keletkezése elmarad, ha friss ágak helyett fonnyadó levelű ágakat ér a füst. Az ilyen fonnyadó leveleken a szájnnyílások zárva vannak s ezért a gázok nem juthatnak a levelek belsejébe. Ebből NEGER F. W.¹ azt következteti, hogy a füstben levő mérges gázok a levelet nem kívülről támadják meg, hanem csak akkor okoznak bajt, ha a levél belsejébe jutnak.

Érdekes NEGER-nek az az észlelete, hogyha a friss ágakat sötétben tesszük ki füstgázok hatásának és az ágakat ezután is sötétben tartjuk, a foltosodás szintén elmarad. Ilyenkor azonban a levelek fokozatosan fakózárd szint öltének s színük hasonló azon fák leveleinek színéhez, melyek füstokozta lassú mérgezésben szenvednek. Mihelyt az ilyen leveleket napfény éri, néhány nap múlva megjelennek rajtuk a jellemző foltok. Mindezekből NEGER arra következtet, hogy a füstmérgezés okozta foltképződésnek folyamata két részre tagolódik:

¹ MOLLIARD, M., Über die Ausscheidung von für die Pflanze giftigen Stoffe durch die Wurzeln; Intern. agr.-techn. Rundschau, 7. köt., 1916, 216. lap.

¹ NEGER F. W., Über die Ursachen der für akute Rauchschäden charakteristischen Fleckenbildung bei Laubblättern; Ber. Bot. Ges.; 34. köt., 1916, 386—391. lap.

1. a savas gázok a sejteket megmérgezik, úgy hogy azok elpusztulnak ;
2. az így elhalt szövetrészek a rájuk tűző napfény hatására jellemző szint

ölnének. A foltok színeződése tehát mindig az elhalás után másodlagosan következik be.

G.

V. A FÖLDTAN KÖRÉBŐL.

A rádium és a Föld melege. Az újabb vizsgálatok szerint a Földünk felületét alkotó kőzetek átlagos rádiumtartalmát, egy gramm kőzetre számítva, $2,6 \times 10^{-12}$ g-ra becsülhetjük. A rádiumnak ezzel a mennyiségével kerek számban $2,6 \times 10^{-12} \times 3 \times 10^{-6} = 7,8 \times 10^{-6}$ g uránium áll egyensúlyban. De RUTHERFORD számításai szerint 1 g (rádiummal egyensúlyban levő) uránium óránként $7,2 \times 10^{-5}$ grammkalóriányi meleget fejleszt, ennél fogva az urániumnak főntebb közölt mennyisége óránként $7,8 \times 10^{-6} \times 7,2 \times 10^{-5} = 5,6 \times 10^{-10}$ grammkalóriányi meleget fejleszt.

JOLY vizsgálatai szerint a Föld kérgének átlagos thoriumtartalma — a kőzetek egy grammjára számítva — $1,2 \times 10^{-5}$ gramm. Egy gramm (átalakulási termékeivel egyensúlyban lévő) thorium RUTHERFORD számítása szerint, óránként $2,5 \times 10^{-5}$ grammkalóriányi meleget fejleszt, ennél fogva a thoriumnak fent közölt mennyisége $2,5 \times 10^{-5} \times 1,2 \times 10^{-5} = 3 \times 10^{-10}$ s így az 1 g kőzetben átlagosan talált uránium és thorium összes mennyisége óránként $5,6 \times 10^{-10} + 3 \times 10^{-10} = 8,6 \times 10^{-10}$ grammkalóriányi meleget fejleszt. Ha a Föld a felületét borító kőzetek átlagos fajsúlyát 2,7-nek vesszük, akkor az e kőzetek egy köbczenti-méterében talált uránium és thorium által óránként termelt meleg $8,6 \times 10^{-10} \times 2,7 = 2,3 \times 10^{-9}$ grammkalóriányi lesz.

A bányászok és geológusok tapasztalata szerint a Föld belseje felé haladva, a Föld hőmérséklete átlagosan 35 méterenként 1° -kal emelkedik. E szerint a Földkéreg hőgrádiense, vagyis hőmérsékletének emelkedése, a mélység felé haladva, cm-kint $T = \frac{1}{3500} = 0,00029^{\circ}$.

Azt a hőmennyiséget (Q), a melyet a Föld felületének minden négyzetcentimétere másodpercenkénti kisugárzása

következtében veszít, $Q = TK$ egyenlettel számíthatjuk ki, a melyben K a Földet borító kőzetek átlagos hővezetőképességét jelenti. Számítalan mérés középértéke szerint $K = 0,004$. Tehát Földünk felületének minden cm^2 -e másodpercenként $2,9 \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-3} = 1,16 \times 10^{-6}$ és óránként $4,2 \times 10^{-3}$ grammkalóriányi meleget veszít.

A Föld kérgében talált radioaktív anyagok állandóan meleget termelnek. Ezzel szemben a Föld hősugárzás következtében meleget veszít. Ahhoz, hogy e folyamat egymást kiegyenlítse, elegendő, hogy a Földkéreg rádium-, uránium- és thorium-tartalma $\frac{4,2 \times 10^{-3}}{2,3 \times 10^{-9}} = 18 \times 10^{-5}$ czenti-méter — 18 kilométer mélységig, a számításunk alapjául szolgáló mennyiséggel egyenlő legyen.

A fentiekhez hasonló következtetésekre jutottak ELSTER és GEITEL, HIMSTEDT, STRUTT, JOLY és mások. JOLY a maga végezte kísérletek adataira támaszkodva, a kőzetek átlagos rádiumtartalmát az előbb közölnél valamivel kisebbnek veszi s számítása szerint körülbelül 20 kilométer mélységig kell a földkéreg rádium- és thoriumtartalmának olyannak lennie, mint a milyennek közvetlenül a Föld felületén találta. Megjegyzendő, hogy a thorium kis mennyiségeinek mennyiségi meghatározása sokkal nehezebb feladat, mint a rádium mennyiségének meghatározása, másrészt az egyes kőzetek rádiumtartalmáról szóló adatok száma, tekintve, hogy a régibb adatok többé-kevésbbé mind hibásak, még kevés ahhoz, hogy a Föld felületének átlagos rádiumtartalmát pontosabban ismerjük. Annyi azonban az eddigi kísérletekből egészen bizonyosnak látszik, hogy a Föld kérgének átlagos rádiumtartalma, a kőzetek egy grammjára

számítva, 10^{-12} gramm körül van és hogy thorium- és urániumtartalma körülbelül egyenlő. Ha az utóbbi adatot veszünk alapul, akkor körülbelül 50 kilométer mélységig kell a földkéreg rádiumtartalmának ilyennek lennie, hogy az a radioaktív anyagok termelte meleg a hőszugárzás következtében szenvedett veszteséget pótolja. Végeredményben azonban nem az a fontos, hogy 20 vagy 100 kilométeres földréteg rádiumtartalma kell a Föld hővesztésének pótlásához, a lényeges, hogy ebből a számításból az tűnik ki, hogy a Föld sugarához képest (kerek-számban 6400 kilométer) a Föld kérgének rádiumtartalma csak kis mélységig lehet olyan, mint a milyennek a Föld felületén találjuk, tehát a Föld belsejében egyáltalában nincsenek radioaktív anyagok, vagy legalább is a Föld felületén levőkhöz képest csak elenyésző kis mennyiségben lehetnek radioaktív anyagok, mert ellenkező esetben Földünknek fokozatosan melegednie kellene, a mi ellentmondásban volna az összes eddigi tapasztalásainkkal.

A most közölt következtetés egyébként megegyezik a csillagászok és geológusok számításaival, melyek szerint a Föld kérgének más összetételének kell lennie, mint a Föld belsejének; de ellentmondásban van egyeseknek ama nézetével, hogy a hőforrások vizében az átlagosnál nagyobb mennyiségben található rádium-emanáció a Föld belsejéből ered.

Az előbb említett kísérletekből és az arra alapított számításokból a rádiumot szolgáltató urániumszurokércztellérek keletkezésére is következtetést vonhatunk, ugyanis SUSS E., nemrég meghalt bécsi geológus, az ércztellérek legtöbbjét magmás eredetűnek tartja. SUSS E. véleményét főként arra alapítja, hogy a fémek klór, fluor és bór vegyületei a legillékonyabbak, s ezeket az anyagokat a vulkáni gőzökben is megtaláljuk. Nézetének megerősítését látja abban, hogy az ércztelléreknek a Föld felületéhez legközelebb eső végét igen gyakran ónvegyületek alkotják. E jelenségek magyarázata az ón-

vegyületek legnagyobb illékonyságában volna. De urániumszurokérczre legtöbbször a régen felhagyott ezüst- és ónbányákban akadnak. Az uránium azonban a leirtak szerint nem lehet magmás eredetű, kérdéses tehát, hogy a telléreknek az urániumvegyületeket követő folytatása ilyen lehet-e?

Nem akarjuk ezzel azt állítani, hogy az urániumszurokércztellérek keletkezése vulkáni működéssel semminemű összefüggésben nem lehet. A vulkáni működés mindenesetre hozzájárulhat a tellérek keletkezéséhez, a mennyiben a szomszédos földkérget erősen fölmelegíti s a fölmelegedett víz erősebben bontja a kőzetet, mint a hideg víz, másrészt a kőzetek elbontásához a vulkáni gőzök is nagymértékben hozzájárulnak, de maga az uránium nem jöhet a Föld belsejéből. Az urániumszurokércztellérek rendszerint gránitokból indulnak ki s az egyes gránitfajták rádiumtartalma meglehetősen nagy, ezért valószínű, hogy az urániumszurokércz a gránit elbontásakor keletkezik s benne, valamint a szomszédos kőzetek repedéseiben tellérekké lerakódik.

Dr. Weszelszky Gyula.

A rádium és a Föld életkora. Az α -, β - és γ -sugarak fölfedezése után nemsokára azt következtették, hogy az α -részecskék nagy sebességgel kilövellt hélium-atómból állanak. A rádium egy grammjának másodpercenként kilövellt α -sugarai számából kiszámíthatjuk, hogy a rádiumnak adott mennyisége, meghatározott idő alatt, mennyi héliumot termel. RUTHERFORD számítása szerint egy gramm, gyorsan bomló termékeivel egyensúlyban lévő rádiumból egy év alatt 158 mm^3 hélium keletkezik. Ezt a számítást kísérletekkel DEWAR J., BOLTWOOD és még RUTHERFORD is ellenőrizték. DEWAR kísérletei szerint egy gramm rádiumból ($Ra + RaEm + RaA + RaB + RaC$) évente 169, az utóbbiak szerint 156 mm^3 hélium keletkezik. A többi radioaktív anyag közül, az aktiniumról DEBIERNE, a poloniumról, CURIE-né és DEBIERNE, azonkívül BOLTWOOD

és RUTHERFORD, az ióniumról BOLTWOOD mutatták ki, hogy héliumot termelnek.

Minthogy RUTHERFORD számítása szerint egy gramm, átalakulási termékeivel egyensúlyban lévő uránium évente 1.1×10^{-4} mm³ és egy gramm átalakulási termékeivel egyensúlyban lévő thorium 3.1×10^{-5} mm³ héliumot termel, az olyan régibb korú uránium- és thoriumtartalmú ásványokban, a melyeknek szövete elég tömött, hogy a keletkezett héliumot visszatartsa, nagyobb mennyiségű héliumnak kell lennie és a bennük talált hélium mennyiségének, ha az csak uránium- és thoriumból keletkezett és belőle sem veszett el, arányosnak kell lennie egyrészt az ásvány életkorával, másrészt uránium- és thoriumtartalmával.

Közbevetőleg megjegyezzük, hogy a héliumot RAMSAY az uránium- és thoriumtartalmú ásványokban fedezte föl. Ugyanis, a mikor lord RAYLAIG és RAMSAY az argont fölfedezték, az utóbbinak figyelmét felhívták HILLEBRANDE egyik közleményére, ki egyes, Amerikában talált uránium- és thoriumtartalmú kőzetekben bezárva, nagyobb mennyiségű gázt talált, a mit nitrogénnek tartott. RAMSAY az ásványok vizsgálásakor azt találta, hogy a bennük levő gáz nem nitrogén, de színképe nem

egyezik meg teljesen az akkor még egy-neműnek tartott ritka gázok elegyének színképével sem, ellenben a színkép legfényesebb vonala teljesen megegyezik azzal, melyet 1868-ban LOCKYER a Nap színképében fölfedezett, és a melyről azt gondolta, hogy az Földünkön nem található elemről származik, melyet a Napról héliumnak nevezett el.

Már a héliumnak a radioaktív ásványokban való fölfedezése is igazolja, hogy az e kőzetekben található radioaktív anyagok és a hélium között valami összefüggésnek kell lennie.

A radioaktív ásványok kora és héliumtartalma közti összefüggést STRUTT-nak az alábbi táblázatban közölt néhány kísérleti adata mutatja. A táblázat első oszlopa az ásványt hordó rétegek geológiai korát, a második oszlopa az ásványban talált hélium, a harmadik az urániumoxid, a negyedik a thoriumoxid mennyiségét tárja elénk. Az ötödik oszlopban, az ásványokban talált uránium és thorium összegét közöljük oly módon, hogy a thorium a vele egyenlő mennyiségű héliumot termelő urániumra van átszámítva. Az ötödik oszlop az $\frac{\text{összes uránium}}{\text{hélium}}$ arány-számát mutatja:

I. Geológiai kor	II. hélium cm ³ × 10 ⁻⁴	III. U ₃ O ₈ g × 10 ⁻⁴	IV. ThO ₂ g × 10 ⁻³	V. U ₃ O ₈ × aequ. ThO ₂ g × 10 ⁻⁴	VI. összes U ₃ O ₈ hélium
Harmadkor	< 0.4	38.0	—	38.0	< 0.01
"	0.807	3.17	8.0	3.62	0.223
"	1.14	12.7	0.0	12.7	0.090
"	2.12	3.72	0.0	3.72	0.570
Késői devon	98.8	13.3	32.7	20.00	4.94
Paleozoi-kor	193.0	12.8	11.4	15.1	12.8
"	255.0	12.9	30.1	19.0	13.4
"	300.0	6.34	46.5	15.8	19.0
"	323.0	10.8	1.32	11.1	29.2
Archaei-kor	114.0	1.83	0.92	2.02	56.6

A táblázat első és utolsó rovatában közöltek szerint, az ásvány kora és héliumtartalma között határozott összefüggés van, de az adatok STRUTT szerint

nem alkalmasak, hogy belőlük a keletkezésük óta eltelt időre következtethessünk, mert a vizsgált ásványok nem voltak elég tömörek, hogy a hélium egész

mennyiséget visszatarthatták volna. Szerinte a radioaktív ásványok legtöbbjének szövege olyan, hogy a keletkező hélium nagyobb része elillan. Csak kevés ilyen vizsgálatra alkalmas ásványt talált; ezeknek uránium-, thorium- és héliumtartalmából számítva:

az oligocén-kor óta eltelt	8 millió év
az eocén	" " " 31 " "
a karbon	" " " 150 " "
az archaei	" " " 710 " "

A közölt adatok természetesen csak abban az esetben lehetnek teljesen megbízhatók, ha a vizsgált ásványokban talált hélium csak az uránium- és thoriumból keletkezett, továbbá ha a hélium egész mennyisége bennük meg is maradt. STRUTT több olyan ásványt talált, a melyeknek héliumtartalma sokkal nagyobb volt, mint a mennyi a bennük talált radioaktív anyagok alapján várható volt. Különösen feltűnő, hogy egyes, a Föld legkülönbözőbb helyeiről beszerzett berylliumtartalmú ásványokban csekély mennyiségű radioaktív anyagokon kívül aránylag sok héliumot talált. Ezt a jelenséget úgy magyarázza, hogy az ásványok keletkezésekor bennük az urániumnál és thoriumnál rövidebb életű radioaktív anyagok, talán rádium- vagy mezo-

thorium rakódtak le, a melyek időközben elbomlottak s belőlük keletkezett hélium maradt vissza.

A közölteknél kevésbé megbízhatók HOLMES-nek az ásványok uránium-ólom tartalmára alapított számításainak következő adatai:

A rétegek geológiai kora	Pb/U	A rétegek kepződése óta eltelt millió év
<i>Karbon</i>	0.041	340
<i>Devon</i>	0.045	370
<i>Silur</i>	0.050	410
<i>Praecambrium:</i>		
Svédországból	0.125	1025
"	0.155	1270
Egyesült-Államokból	0.160	1310
" "	0.175	1435
Ceylonból	0.200	1640

Ezen adatok szerint az egyes rétegek kora jóval nagyobb, de megbízhatóságuk még kisebb, mert az egyes ásványok ólom- és urániumtartalma közti összefüggés még egyáltalában nincs tisztázva.¹

Dr. Weszelszky Gyula.

¹ V. Ö. WESZELSZKY GYULA, A rádióaktivitás. Budapest, 1918. Társulatunk kiadványa.

VI. A FIZIKA KÖRÉBŐL.

Röntgen-sugarak interferenciája szabálytalanul elhelyezkedő részecskéken. Mint ismeretes, LAUE elméleti vizsgálatai alapján FRIEDRICH és KNIPPING 1912-ben ki tudták mutatni a Röntgen-sugarak interferenciáját. Az X-sugarak kristályon áthatoltak, vagy róla visszaverődtek. A kristályban az atomok szabályosan helyezkednek el, tehát a kristály az X-sugarakra nézve optikai rácsként szerepel, melynek nyílásai az atomközök. Az alakatlan (amorf) anyagokban az atomok rendszertelenül oszlanak el, azért azt hitték, hogy velük interferenciát előállítani nem lehet. DEBYE és SCHERRER¹ kimutatták, hogy ez a felfogás helytelen,

¹ Phys. Zeitschr., 1916, 17. köt., 277. f.

mert sikerült az X-sugarak interferenciáját előidézniök úgy, hogy a sugarak alakatlan anyagra estek.

A RUTHERFORD-BOHR-féle atómelmélet szerint minden atom pozitív elektromos töltésű magból és körülötte keringő negatív elektronokból áll. A különböző atomok a mag töltésének nagyságában és az elektronok számában különböznek egymástól, de az atomban levő pozitív és negatív töltés mindig ellentettben egyenlő. DEBYE és SCHERRER abból a felfogásból indultak ki, hogyha az elektronok az atomban szabályosan helyezkednek el, akkor ezt abban az esetben is föl kell ismerni, ha maguknak az atomoknak eloszlása szabálytalan. Ejtsünk az anyagra

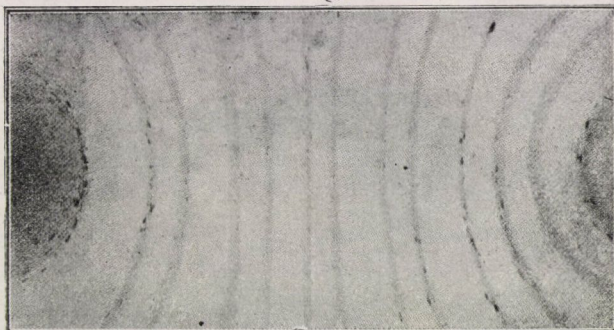
olyan X-sugarakat, a melyek mind meg-
egyező hullámhosszúak. A fénysugarak
rokonságánál fogva az ilyen sugárzást
itt is egyszínűnek nevezzük. Az anyagról
újabb X-sugarak, a másodlagos sugarak
indulnak ki, de nem minden irányban
egyenlő erősséggel. Egyes irányokban a
másodlagos sugárzás legerősebb, más
irányokban leggyengébb. A legerősebb
sugárzás irányai olyan kúpfelületekre
esnek, melyeknek közös tengelye a beeső
sugárzás iránya, csúcsa pedig az alak-
talan anyagban van. Az elmélet szerint
a jelenség létrejöttéhez még az kell, hogy
a belső sugarak hullámhossza olyan

így maga a kamra másodlagos sugárzását
nem keltett. A sugarak a pálczát közepén
érték. A kamra belső falán két, félkörben
görbített fotografus-lemez volt; az inter-
ferencia-képet ezeken fogták fel. A leme-
zen az előbb említett kúpok metszetei, tehát
körök mutatják a legerősebb sugárzás irá-
nyát. Rajzunk az alaktalan szilicziumpálczá-
val keltett interferencia-képet mutatja.

Mende Jenő.

**Alaktalan anyagok szerkezetének
vizsgálata X-sugarakkal.** Mióta az
X-sugarak interferenciáját sikerült ki-
mutatni, azóta egyúttal meg is fordították

a feladatot. A kristály
mint rács működik, ha
X-sugarak esnek rá,
tehát az interferencia-
képből a rács szerkeze-
tére, vagyis az atomok
elrendezésére lehetett
következtetni. LAUE és
BRAGG eljárása egyaránt
csak kristályok vizsgálá-
tára alkalmazható, ha a
kristályrendszert már
ismerjük. DEBYE és
SCHERRER amorf anyag-
ban is előidézték az
X-sugarak interferen-



1. kép. Alaktalan szilicziumpálczával keltett interferencia-kép.

nagyságrendű legyen, mint az atómban
levő elektronok távolsága.

Ennek a felfogásnak helyességét sikerült
kísérletileg igazolni és ezzel az X-sugarak
interferenciájára vonatkozó ismereteinket
kibővíteni.

DEBYE és SCHERRER grafit, amorf bór,
amorf szilicziium, lithiumfluorid stb. porát
2 mm átmérőjű és 10 mm hosszú pálc-
zává sajtolták és ezt hengeralakú, 57
mm átmérőjű sötét kamra közepén állítot-
ták fel. A kamrába az X-sugarak víz-
szintes irányban juthattak a falba erősített,
2.5 mm belső nyílású ólomcsövön át.
Asugarak további útjukban fekete papiros-
ból készült csőbe jutottak és ennek
ugyancsak fekete papirossal fedett alapján
át kerültek a szabadba a nélkül, hogy a
sötét kamra falát valahol érintették volna.

ciáját.¹ Kísérleti eljárásukat annyira töké-
letesítették, hogy most már az inter-
ferencia-képből az atomok elrendezé-
sére tudnak következtetni.² Egyelőre a
szén különböző alakjait vizsgálták és e
közben igen érdekes következtetésekre
jutottak.

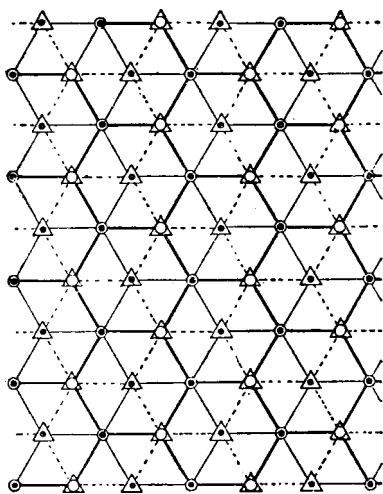
Négyféle grafitot vizsgáltak s valamennyi
egyenlő szerkezetűnek bizonyult. A grafit
a rombos rendszerbe tartozó kristályok
halmazza, a tengelyek egyenlő szöget zár-
nak be, még pedig $68^{\circ} 26'$ -et.

A szénatómok (C-atómok) a grafitban
egymás alatt következő síkokban helyez-
kednek el. Két sík távolsága 3.41 száz-
milliomod cm ($3.41 \cdot 10^{-8}$). Minden síkban

¹ Lásd az előbbi közleményt.

² Phys. Zeitschr., 1917, 18. köt., 291. l.

a C-atómok szabályos hatszögek csúcspontjaiban vannak. A hatszög oldala 1.45 százmilliomod cm ($1.41 \cdot 10^{-8}$ cm). Az idomok középpontjában nincs C-atóm. Az egyes síkokban a C-atómok nem esnek függőlegesen egymás alá. Ha a hatszög egyik csúcspontjából fölfelé megyünk, akkor először két hatszögnek üres középpontját érjük, a harmadik síkban jutunk csúcsponthoz s. i. t. Alábbi rajzunk a grafit C-atómjainak helyzetét mutatja három, egymás fölött levő síkban. Az első síkban levő atomokat pont jelzi,



1. rajz. A szénatomok elhelyezkedése a grafitban DEBYE és SCHERRER szerint.

a második síkban levőket kör, a harmadikban levőket pedig háromszög. A szaggatott vonallal kihúzott hatszög csúcspontjaiban háromszög van. A rajznak ez a része a harmadik sík atomjainak elrendezését tünteti föl. A vastagon kihúzott hatszögek a csúcspontjaikban levő körökkel a második síkot, végül a vékonyan rajzolt hatszögek a csúcspontokban levő pontokkal az első síkot ábrázolják. A szabályos hatszög a romboéder vízszintes vetülete.

A gyémántról már előbb ismeretes volt, hogy elemi kristályai kockák, melyeknek vízszintes vetületei éppen olyan szabályos hatszögek, mint a grafitnál. Ha a gyémánt kristályát a kocka átlója irányában megnyújtjuk úgy, hogy a vízszintes vetület megmaradjon, akkor a grafit kristályait kapjuk.

Az alakatlan szén esetében először azt a kérdést kellett tisztázni, van-e egyáltalában szénmolekula. Másszóval: az amorf szénben a C-atómok csak lazán egymás mellett fekszenek-e, vagy pedig valamilyen szabályszerűséggel molekulába csoportosultak-e? DEBYE és SCHERRER szempontjából ez azt jelenti, lehet-e amorf szénnel interferencia-képeket előállítani. A fölvételeken valóban mutatkoztak a sugárzásnak legerősebb és leggyengébb helyei, tehát van szénmolekula. Vajon a szénmolekula szerkezete függ-e a szén előállításának módjától? DEBYE és SCHERRER előállítottak szenet cukorból olvasztással, elszenesítéssel és izzítással, acetilénből és naftalinból tökéletlen elégetéssel, petróleumból elégetéssel, cizukorból tömény kénsavval kezelve, azonkívül vizsgáltak retorta-szenet és antraciztóból kivont szenet. Az interferencia-kép mindenütt egyenlő volt, tehát az alakatlan szén molekulája mindenütt egyenlő.

A képekből arra lehetett következtetni, hogy a grafit és az amorf szén molekulája lényegesen nem különbözik. Az alakatlan szén olyan finom eloszlású grafit, a milyent mechanikai úton sohasem lehetne létesíteni. E szerint a szénnek csak két, egymástól lényegesen különböző módosulata van: a gyémánt és a grafit.

Mende Jenő.

VII. A CHEMIA KÖRÉBŐL.

Az alumíniumhidroxid felhasználása gázok szárítására. Gázok szárítására leggyakrabban klórkalciumot, kihevített rézgáliczt, tömény kénsavat, égetett

meszet, káliumhidroxidot vagy foszforpentoxidot használunk. BACHER és tanítványai erre a célra alumíniumhidroxidot ajánltak. DOVER M. V. és MARDEN M. J.

összehasonlítva az alumíniumhidroxid szárítóképességét más vegyszerekével, a következő eredményeket kapták:¹

Egy liter levegő a vegyszerrel töltött U-alakú csövön való átvezetés után tartalmaz vizet:

CuSO ₄	1.4	mg.
ZnBr ₂	1.1	"
ZnCl ₂	0.8	"
CaCl ₂	0.36	"
H ₂ SO ₄ (95.10/o)	0.3	"
CaBr ₂	0.2	"
CaO	0.2	"
NaOH	0.16	"
MgO	0.008	"
Al ₂ O ₃ .xH ₂ O	0.003	"
KOH	0.092	"
P ₂ O ₅	0.—	"

Mint látjuk, az alumíniumhidroxid egyike a leghatékonyabb szárítóanyagoknak. Előnye még a vele való bánásmód kényelmessége. A foszforpentoxid aránylag drága, a kalium- és nátriumhidroxid erősen maró hatásuk miatt kellemetlen vegyszerek, a kalcium- és magnéziumhidroxid pedig hamar kimerülnek.

Az alumíniumhidroxid timsóoldatból állítható elő ammónia hozzáadásával. A keletkezett csapadékot sósavban oldjuk, majd ismét leválasztjuk ammóniával, kimossuk és előbb 100, majd 500^o-on szárítjuk.

Dr. Száhlender Lajos.

A nebulium atómsúlya. A ködfoltok színképében megjelennek olyan vonalak, melyek az eddigi vizsgálatok szerint

¹ Revue général des Sciences, 1912. évf., 21. szám, 597. lap.

semmiféle földi elemtől sem származhatnak.¹ Ezek a vonalak főleg a λ 5007, 4959, 3729 és 3726 hullámhosszúságnak megfelelő vonalak. Föltesszük, hogy ezek a vonalak egy vagy több elemtől erednek, melyeket közös néven nebuliumnak szokás nevezni. BUISSON, FABRY és BOURGET megvizsgálták azt az összefüggést, melynek a világító gáz hőmérséklete, atómsúlya és ama fényinterferencia-gyűrűk rendszáma között kell lennie, melyektől kezdve a fényinterferencia megszűnik. Azt találták, hogy izzó gázkeverékekben az atómsúly és hőmérséklet közti viszony arányos az interferencia-rendszám négyzetével. Ennek alapján a λ 3729 és 3726 kettős vonalat előidéző gáz atómsúlya 2.74. A λ 5007 vonalhoz tartozó gáz atómsúlya ennél kisebb, de nagyobb, mint a hidrogéniumé. A hidrogénium interferencia-rendszámából az Orion-köd hőmérsékletét 15000 C^o-nyinak találták. A ködfolt sávjainak látósugár menti sebességére vonatkozó eredményeket Frost egy prizmás spektroszkóppal kísérlete igazolni s az említett tudósokkal igen szép egyezésben ± 15.6 km-t talált a trapéz csillagainak környezetében levő ködfoltanyagoknak sebességére, míg kissé távolabb ± 6 és ± 17 km között változó értékeket talált.

Dr. Wodetzky József.

¹V. ö. a Társulatunk könyvkiadóvállalatában megjelent SCHEINER, *Népszerű asztrofizika*-jának 665. és következő lapjait.

VIII. A CSILLAGÁSZAT KÖRÉBŐL.

A legközelebbi állócsillag. Eddigi ismereteink szerint az α Centauri a legközelebbi állócsillag. Ennek paralaxisa KAPTEYN szerint 0.759", a mi megfelel mintegy 41 billió km-nek vagy 4.3 fényévnek. INNES angol csillagász a johannesburgi csillagvizsgálón az 1916—1917. év folyamán egy állócsillagon paralaxis-méréseket végzett, melyek az előbbinél nagyobb értékre, 0.88"-re vezetnek. Ez az állócsillag tehát közelebb lenne hozzánk. Távolága mintegy 35 billió km vagy 3.6 fényév lenne. Ez a csillagocska

2^o 13'-nyire van az α Centauritól, és saját mozgásának nagysága és iránya feltűnően egyezik az α Centauriéval. A csillagocska vizuális nagyságrendje 11, fotografikus nagyságrendje 13. INNES megfigyeléseit 9 hüvelykes ekvatoriálón, mikrométerrel végezte. VOUTE a Cape-Observatoryon ugyanennek a csillagnak paralaxisát csak 0.755"-nyinek találta. A két érték közepe 0.817", a mi megfelelne 37 billió km-nek vagy 3.9 fényévnek. INNES a „Proxima Centauri” nevet javasolja a csillagocska számára.

Dr. Wodetzky József.

Az égitestek belső hőmérséklete. EDDINGTON érdekes vizsgálatokat végzett az égitestek belső fizikai állapotáról. Az ő matematikai megfontolásaiból következik, hogy vannak égitestek, melyeknek hőmérséklete növekszik, s vannak olyanok, melyeké csökken. LOCKYER az állócsillagok színképei alapján már régebben szintén állította ezt.

Vannak csillagok, melyek igen ritkított gázszerű halmazállapotban vannak. HERTZSPRUNG és RUSSEL észlelései ezt bizonyossá teszik. Ha ily csillag saját nehézkedésének hatása alatt összehúzódik, akkor hőmérséklete emelkedik, míg eléri a tökéletes gázállapotot. Ilyenkor sűrűsége a vízéhez viszonyítva 0'2—0'4. LANE-nak ezt a régebbi elméletét EDDINGTON oda módosítja, hogy az égitest összehúzódása közben az össz-sugárzás közel állandó marad. Bizonyos sűrűség elérése után a csillag hőmérséklete csökken, az össz-sugárzás pedig rohamosan száll alább. EDDINGTON a sugárzás-nyomás viselkedéséből véli megmagyarázhatni az állócsillagok tömegének egyformaságát is.

Dr. Wodetzky József.

Az Encke-üstökös visszatérése. SCHORR tanár, a Hamburg melletti Bergedorfban levő csillagvizsgálón újból megtalálta az Encke-üstököst, melynek keringési ideje csak $3\frac{1}{3}$ év, vagyis valamennyi eddig

ismert üstökös keringésideje között a leg-rövidebb. 1818 óta minden perihélium-átmenetkor sikerült megfigyelni. Az ideai megjelenésre az efemeriszt VIJJEV orosz csillagász számította. Szerinte a perihélium-átmenet 1918. márczius 24.-én fog végbemenni. Fölfedezésekor, jobban mondva az újra megtaláláskor tizenötödrendű volt csupán az üstökös, és csak nagyon keveset tért el a számított helytől: a rektaszccenzióban 4^s -mal, a deklinációtban $40''$ -cel. 1916 szeptemberében WOLF Heidelbergában, novemberében THIELE Bergedorfban fotografuslemezen az Encke-üstököst vélték fölfedezni, VIJJEV azonban ama nézetének adott kifejezést, hogy ez bizonyára valami más égitest volt, mert az észlelt hely a tőle számított helytől $17''$ -nyire eltért. WOLF mégis azt hiszi, hogy ez az Encke-üstökös vagy pedig ennek valamely fényben erősebb kísérője lehetett, mert a megfigyelt égitest helye igen jól egyezik a HÜGELER számította efemerisszel. WOLF emlékeztett az 1908-ban előfordult hasonló esetre. Ő akkor az Encke-üstökös számított helyéhez igen közel új üstököst fedezett föl (1908a), melyet egy hónapon át tudott fotografikusan követni. Ez az üstökös igen pontosan párhuzamosan haladt az Encke-üstökös számított útjával, de az utóbbi üstökös maga nem volt látható.

Dr. Wodetzky József.

IX. A METEOROLÓGIA KÖRÉBŐL.

A szélerő változása különböző magasságokban. A szélerő változását a magassággal újabban HELLMANN vizsgálta

magasság	...	...	...	...	...	2 m	16 m	32 m	123 m	258 m
szélerő ($\frac{m}{másodp.}$)	...	...	...	...	...	3.33	4.69	5.40	7.02	8.26

meg.¹ Az észlelési anyagot a Nauenben levő szikratáviró állomáson 2, 16, 32, 123 és 258 m magasságban elhelyezett széljelzőműszerek följegyzései és a potsdami obszervatóriumon gyűjtött adatok

¹ Meteor. Zeitschr. 1915, 1—16. lap és 1917, 275—285. lap.

szolgáltatták. A szélerőnek a magassággal való növekedéséről a következő átlagértékek tájékoztatnak:

Télen a növekedés nagyobb, mint nyáron, és éjjel nagyobb, mint a nappali órákban. Általában minden ok, mely az egymás fölött levő rétegek keveredését előmozdítja (konvekció-áramok, nagy hőmérsékletcsökkenés fölfelé), csökkenti a szélnövekedést fölfelé, ellenben azok

az okok, melyek e keveredést gátolják (például kis hőmérsékletcsökkenés, vagy a télen néha mutatkozó hőmérséklet-emelkedés fölfelé) növelik e változást. Azonkívül nagyobb szélerőnél is gyorsabb a szél növekedése fölfelé, mint kis szélerőnél, a minek az a magyarázata, hogy a legalsó réteg nagyobb szélerőnél jobban gyengül a földfelületen történő surlódás következtében, mint kisebb szélerőnél, mert a surlódás a szélerővel nő.

A szélerő napi változásában éles ellentét van az alsó és felső rétegek között: az alsó rétegekben legerősebb a szél a déli órákban, leggyengébb éjjel, a felső rétegekben éppen megfordított a szabályosság: leggyengébb a szél a déli órákban és legerősebb éjjel. Azon magasság, hol a napi változás alsó jellege átmegy a felsőbe, télen kisebb, mint nyáron; potsdami adatok, melyek az említett változásra a 70 m magasságban uralkodó viszonyokat képviselik, télen a felső jelet mutatják; a nyári évszakban e határ jóval magasabb, körülbelül 300—400 méter, de már mintegy 100 méter magasságban mutatkozik az átmenet. E különös ellentétet az alsó és felső rétegek között a rétegek keveredése magyarázza meg, mely a napi hőmérsékletmenettel párhuzamosan kifejlődő fel- és leszálló áramok útján legerősebb a déli órákban: a leszálló kisebb sebességű levegőtömegek csökkentik a felső áram sebességét, a leszálló nagyobb sebességűek növelik az alsó szélerőt. E felfogás jól megmagyarázza a viszonyokat azokban a rétegekben, a melyekben ily függélyes áramok útján történik a keveredés, de igen nagy magasságokra, hol pedig szintén a déli szélerőcsökkenés a jellemző, nem kielégítő. Ezért HELLMANN szerint föl kell tennünk, hogy e rétegekre jellemző felső jelleg úgy jön létre, hogy a napi fölmelegedés következtében kifejlődő nyomáskülönbségekből származó áramlások, a melyek délelőtt keleti, délután nyugati irányúak, az általános nyugati áramlást csökkentik, illetve növelik. E szerint ott,

a hol az általános áramlás keleti, a magasban is az alsó jelleg a jellemző; e következtetést támogatja a keletindiai délnyugati és északkeleti monszun: amaz felső, emez alsó jelet mutat a napi menetben.

A szélerő napi menetére hatással van a szélerő is. Gyenge szeleknél a felső jelleg, különösen télen, nagyon alacsonyra, 16 m-ig lehatol, erős szeleknél az alsó jelleg oly magasságokban is uralkodik, a hol különben felső jelet találunk.

Dr. Steiner Lajos.

A villámcsapás veszélyének növekedése. Villámcsapás okozta épületkárok (tűzesetek, egyéb károk) statisztikai feldolgozása alapján BEZOLD arra az eredményre jutott, hogy a villámcsapás veszélye folyton nő. Utolsó e tárgyú dolgozatában¹ az 1833—1902. időköz adataiból az tűnt ki, hogy Bajorországban a villámcsapás veszélye ezalatt a 70 év alatt körülbelül 6 : 1 arányban növekedett, a villámcsapás veszélyére egy millió épületre vonatkoztatott káresetek számát fogadva el mértéknek. Ez az eredmény megerősítette őt abban a hitben, a melyre korábbi ily irányú vizsgálatai vezették, hogy a zivatarok gyakorisága és hevesége növekszik. Másoknak vizsgálatai nem támogatták e következtetést. Így például SCHMIDT kimutatta, hogy a tűzkárok általában növekedtek és azok az okok, a melyek a tűzesetek számát általában növelik — és ezek az okok társadalmi átalakulásokkal (városok bővülése, lakott helységek sűrűbb hálózata, az épületek terjedelmének növekedése vízszintes és függélyes irányban, a tűzesetek pontosabb bejelentése a biztosító társaságoknál, a melyeknek statisztikai anyagára támaszkodnak e vizsgálatok stb.) függnek össze — a villámcsapás okozta károk növekedését is megmagyarázzák, úgy hogy ezekből a zivatarok gyakoriságára és hevességére nem következtethetünk.

¹ Sitzungsber. Berl. Akad., 1899, 291—300. l. és kibővitve Összegyűjtött Értekezéseiben, 1906, 71—90. lap.

HELLMANN újból megvizsgálta az ügyet.¹ Ő a villámcsapástól okozott halálesetek számát dolgozta fel 1871—1914. időközben és egy millió lakosra eső ily halálesetek számát állapította meg Poroszországban évről-évre. E szám nem bizonyítja a villámcsapások okozta halálesetek általános növekedését és öt éves átlagokban következőképpen változik:

1871—75	1876—80	1881—85
4.1	4.5	5.7
1886—90	1891—95	1896—1900
5.5	5.2	4.6
1901—05	1906—10	1911—14
3.9	4.6	(3.7)

Az utolsó adat, a melyben az 1914. év is benn van, szigorúan nem hasonlítható össze a többiekkel, mert ez év második felében a férfi lakosság nagy része nem volt otthon.

E számsorban nem találjuk meg a számok folytonos növekedését, a minek mutatkoznia kellene, ha BEZOLD következtetése helyes, hanem csak ingadozást találunk a 44 év átlagos értéke: 4.7 körül. Összevetve ezeket az ingadozásokat évről-évre (1891-től) a zivatarjelentő meteorológiai állomások adataival (körülbelül 1500 ily állomás volt Észak-Németországban), az tűnik ki, hogy ezek az ingadozások

a zivatargyakoriság változását követik az egyes években. Ez az összefüggés annyira jellemző, hogy 1891-től visszafelé, a mikor a zivatarjelentő állomások hálózata még nem volt oly sűrű, a villámcsapás okozta halálesetek számából a zivatarok gyakoriságára lehet következtetni.

Kisebbségek a villámcsapás okozta halálesetek száma és a zivatargyakoriság között előfordulnak, a mi nem meglepő, ha meggondoljuk, hogy a villámcsapás legtöbb áldozata mezei munkásokból kerül ki és így e párhuzamosságra hatással van az a körülmény, hogy az egyes években a legtöbb zivatar mely hónapban vagy évszakban fordul elő: tavaszi és őszi zivatarok kevesebb áldozatot követelnek, mint a nyáriak. Ugyanebből az okból a zivatarok eloszlása a nap különböző óráiban is megbonthatja e teljes párhuzamosságot: sok nappali zivatar több halálesetet okoz, mint ugyanannyi éjjeli zivatar. Maguk a zivatarok is különbözők: néha több, máskor kevesebb villámlással járnak, az elektromos kisülések egyes zivataroknál főképpen csak a felhők közt történnek, más zivataroknál meg nagyon sok a kisülés a felhő és a földfelület között és csak az utóbbiak szedhetnek emberéletben áldozatot.

Dr. Steiner Lajos.

¹ Met. Zeitschr., 1917, 359—363. lap.

Vége a XLIX. kötet Pótfüzeteinek.

